

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

**Удосконалення механізації заготівлі сіна з модернізацією конструкції
грабель**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-21
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Довгопол Володимир Віталійович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент: _____

Дніпро, 2025

5. Перелік графічного матеріалу

1. Агляд конструкцій машин. Аналіз (1 аркуш, А1). 2. Загальний вид машини (1 аркуш, А1). 3. Складальне креслення робочих частин (аркуш, А2), Важіль (А3), Тяга (А3) 4. Деталювання (1 аркуш, А1). 5. Економічні показники (1 аркуш, А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
2	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
3	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
4	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
5	Теслюк Г.В., зав. кафедри		
Нормоконтроль	Золотовська О.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 1.03.2025 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз господарства		
2	Огляд конструкцій машин		
3	Обґрунтування машини		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Теслюк Г.В.

_____ (прізвище та ініціали)

№строк	Формат	Позначення	Найменування	Кільк.	Номер листа	Примітка
1	A4	52ДП. 024.000.000. ПЗ	Пояснювальна записка	70		
			Графічні матеріали			
	A1	52ДП. 024.000.010 ПО	Патентний огляд	1	2	
	A1	52ДП. 024.000.001 СК	Граблі ворущилка	1	3	
	A2	52ДП. 024.200.003 СК	Колесо загрибаюче	1	4	
	A3	52ДП. 024.000.005 СК	Важіль	1	4	
	A3	52ДП. 024.000.003 СК	Тяга	1	4	
	A3	52ДП. 024.000.004	Зуб	1	5	
	A3	52ДП. 024.000.104	Маточина	1	5	
	A3	52ДП. 024.000.006	Диск	1	5	
	A4	52ДП. 024.003.004	Кронштейн	1	5	
	A4	52ДП. 024.001.005	Вісь	1	5	
		52ДП. 030000.010 ПЕ	Техніко-економічні показники	1	6	

					52ДП.024.000.000.ПЗ		
ЗМ	Лист	№ докум	Підпис	Дата			
Розробив	Довгопол В.				Літ	Лист	Листів
Перев.	Теслюк Г.В.				I		
Н.Контр.	Золотовська				ДДАЕУ, АІ-2-21		
Затв.	Теслюк Г.В.						
Відомість дипломного проекту							

РЕФЕРАТ

Довгопол В.В. Удосконалення механізації заготівлі сіна з модернізацією конструкції грабель / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

Проведено аналіз господарської діяльності в ТОВ «Агроспеціаліст» Дніпропетровської області. Запропоновано підвищити ефективність догляду за покосами та збирання сіна за умови вирощування трав на малих площах. Розглянута операція згрібання сіна у валок розробленими граблями, що агрегатується з трактором Т-25А

Для підвищення ефективності використання техніки під час виконання операції згрібання сіна у валок розроблена нова конструкція колісно-пальцевих грабель. Запропонована конструкція робочого органу грабель та розраховані основні параметри розробленого колісно-пальцевого грабельного апарату.

У роботі детально розглянуто питання забезпечення охорони праці під час виконання технологічної операції згрібання сіна у валки. Зокрема, розроблено комплекс заходів та правил техніки безпеки для роботи з обраним сільськогосподарським агрегатом. Крім того, проведено всебічний аналіз впливу цієї діяльності на довкілля, а також розглянуто екологічні аспекти функціонування господарства загалом.

Ключові слова: сіно, корма, краблі, енергетичний засіб, сінокоси.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСТВА.....	11
1.1. Загальні відомості про господарство «Агроспеціаліст».....	11
1.2. Склад та експлуатація машино-тракторного парку.....	14
1.3. Технологія та організація робіт при вирощуванні с-г культур.....	17
1.4. Організація використання і зберігання техніки.....	19
1.5. Відновлення сільськогосподарської техніки.....	20
1.6. Організація роботи нафтосховища господарства.....	22
1.7. Технологічні особливості заготівлі сіна з трав у господарстві... ..	23
1.8. Висновки по розділу.....	26
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ СІНА.....	27
2.1. Аналіз конструкцій та класифікація машин для заготівлі сіна... ..	27
2.2. Аналіз технічних рішень.....	32
2.3. Висновки по розділу.....	39
3. ЗАПРОПОНОВАНА КОНСТРУКЦІЯ МОДЕРНІЗОВАНИХ ГРАБЕЛЬ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ.....	40
3.1. Будова та технологічний процес роботи запропонованих грабель ..	40
3.2. Обчислення технологічних характеристик колісно-пальцевого робочого органу	41
3.3. Розрахунок діаметра дротяних прутків робочого колеса.....	47
3.4. Розрахунок конструктивних характеристик пружини, призначеної для фіксації коліс.....	51
3.5. Визначення продуктивності машини та розрахунок паливної витрати.	54
3.6. Висновки по розділу.....	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	60
4.1. Загальні вимоги до охорони праці при заготівлі сіна.....	60

4.2. Вимоги безпеки при використанні сільськогосподарської техніки....	61
4.3. Заходи з безпеки під час роботи на висоті.....	62
4.4.Захист від природних факторів.....	62
4.5. Захист у разі надзвичайних ситуацій.....	63
4.6. Висновки по розділу.....	64
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ.....	65
Висновки по розділу.....	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	68
ЛІТЕРАТУРА.....	70
Додатки	

ВСТУП

Для подальшого розвитку тваринництва та підвищення продуктивності тварин важливо створити на підприємствах надійну та ефективну кормову базу. Виготовлення кормів потребує особливої уваги до механізації процесів. Зазвичай господарства володіють достатньою кількістю різноманітних машин. Їх правильне застосування при належній організації дозволить значно скоротити час на збирання кормів, а також зменшити втрати поживних речовин і вітамінів у кормах.

У господарствах є значні резерви для підвищення ефективності виробництва сіна, що передбачає покращення механізації процесів. Як в нашій країні, так і за кордоном постійно розвиваються технології та обладнання для заготівлі сіна. Очікується, що підвищення рівня механізації дозволить підвищити продуктивність праці завдяки збільшенню швидкості роботи, ширини захвату, використанню нових елементів машин, створенню техніки для інтенсифікації процесу сушіння трав у полі, а також інтеграції кількох технологічних операцій і широкому використанню самохідної техніки.

Великий потенціал для підвищення якості сіна міститься в застосуванні передових методів збору. Як в Україні, так і за кордоном, дедалі більше використовують пресування сіна у прямокутні та циліндричні тюки. Це дає змогу повністю автоматизувати процес заготівлі, значно знизити витрати праці та втрати продукції, а також покращити якість корму.

Застосування наукових досягнень та передового досвіду допоможе налагодити процес заготівлі кормів високої якості. Особливо важливо звертати увагу на операції догляду за покосами. Їх виконання відповідно до агротехнічних норм є ключовим для отримання високоякісного корму, зокрема сіна, що робить тему дипломного проекту актуальною і важливою для подальшого розвитку галузі.

Для забезпечення подальшого розвитку тваринництва та підвищення його продуктивності, однією з основних умов є створення міцної та ефективної кормової бази в агропідприємствах. Якість і кількість кормів безпосередньо впливають на здоров'я, ріст і розвиток тварин, а отже, на їхню продуктивність. З огляду на це, важливо не лише створювати кормову базу, а й забезпечувати її стабільність, різноманіття та високі показники поживності. Ключовим аспектом цього процесу є використання сучасних технологій та механізації на всіх етапах виробництва кормів.

Особлива увага повинна приділятися механізації процесів збору, обробки та зберігання кормів. Сьогодні господарства мають доступ до широкого спектру машин і механізмів, здатних значно підвищити ефективність праці. За умови правильного застосування техніки та належної організації роботи, значно скорочуються терміни збирання кормів, зменшуються витрати на ручну працю, а також знижуються втрати поживних речовин і вітамінів у кормових культурах. Це забезпечує більш високу якість кормів і, як результат, підвищення продуктивності тварин.

Господарства мають значні резерви для покращення ефективності виробництва сіна, що може бути досягнуто через вдосконалення механізаційних засобів, які використовуються на різних етапах цього процесу. Розвиток технологій та удосконалення машин для заготівлі сіна є важливими чинниками, що сприяють покращенню якості та зменшенню витрат. В Україні та за кордоном безперервно вдосконалюються методи збору, сушіння та зберігання кормів. Прогрес у цій сфері включає підвищення швидкості роботи машин, збільшення ширини захвату, а також впровадження нових конструкцій, які дозволяють скоротити час на обробку трав. Поряд з цим, застосування самохідної техніки і поєднання кількох технологічних операцій в одному процесі дозволяє досягати ще більшої ефективності.

Впровадження передових технологій у виробництво кормів є важливим резервом для підвищення їх якості. Зокрема, в Україні та за

кордоном все частіше використовуються пресувальні машини для заготівлі сіна в тюки прямокутної та циліндричної форми. Це дозволяє повністю механізувати процес, значно скоротити трудозатрати, знизити ризики втрат продукції під час зберігання, а також підвищити якість кінцевого продукту, що є важливим для годівлі тварин.

Важливу роль у підвищенні якості кормів відіграє також своєчасний догляд за покосами. Дотримання агротехнічних вимог при заготівлі трав та інших кормових культур дозволяє отримувати сільськогосподарську продукцію високої якості, що, в свою чергу, позитивно впливає на здоров'я тварин та їх продуктивність. Ефективне управління цими процесами є важливою складовою успішного розвитку тваринництва в країні. Тому дослідження та удосконалення процесів догляду за кормовими культурами та впровадження новітніх технологій у заготівлю кормів набувають все більшої актуальності.

У контексті цих факторів, дипломний проект, який досліджує питання вдосконалення кормової бази та механізації виробництва сіна, є надзвичайно важливим і актуальним. Він має на меті не лише покращити ефективність аграрного виробництва, а й сприяти підвищенню якості кормів та зниженню витрат у галузі тваринництва, що в кінцевому рахунку вплине на підвищення продуктивності тваринництва та економічну ефективність сільськогосподарських підприємств.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСТВА

1.1. Загальні відомості про господарство «Агроспеціаліст»

Територія землекористування ТОВ «Агроспеціаліст» розташовані в криничанському районі. Основна садиба знаходиться на відстані 40 км від обласного центру – міста Дніпро. Найближча залізнична станція (ст. Залізнична) знаходиться на відстані 5 км. Загальна площа землекористування складає 1000 га, з них: рілля – 800 га, сінокоси – 200 га. Основним напрямком господарства є вирощування зернових культур.

Згідно з даними метеостанції, середня річна температура становить +8,2°C. Зима в цій місцевості відносно м'яка та малосніжна. Глибина промерзання ґрунту не перевищує 1,15 м, а зимова погода змінюється. Річна кількість опадів варіюється і складає 558 мм. Весна, як правило, розпочинається з третьої декади березня або першої декади квітня. Перша декада цього місяця зазвичай збігається з оптимальними термінами сівби ярих культур. Літо в цьому регіоні зазвичай спекотне та сухе. Максимальна температура в липні може досягати +37–39°C, а іноді й +40°C. У липні опади часто мають ливневий характер. Найбільше опадів випадає в червні та липні. Осінь починається в першій декаді жовтня, коли збільшується кількість похмурих днів і з'являються нічні заморозки.

Переважний напрямок вітрів на території господарства – південно-східний. Вітри цього напрямку приносять сухі маси повітря, що часто призводить до виникнення суховіїв, які в свою чергу можуть сприяти виникненню засух. Це створює певні складнощі для ведення сільськогосподарської діяльності, оскільки нестабільний рівень зволоження ґрунтів може призвести до зниження врожайності.

Рельєф території господарства характеризується водяно-ерозійним типом, що включає два основні підтипи: широко хвильовий та вузько хвильовий. Це означає, що територія має нерівну поверхню, де існують як

плавні, так і різко виражені хвилеподібні форми рельєфу, що сприяє ерозійним процесам та складностям у збереженні ґрунтів від водної ерозії. Такі умови потребують додаткових заходів для запобігання втратам ґрунтів та їх деградації.

Усі ґрунти господарства поділяються на чотири категорії за ступенем ерозії:

- чорноземи, не змиті і слабо змиті;
- чорноземи середньо змиті;
- чорноземи середньо змиті і сильно змиті;
- чорноземи намиті.

Основним недоліком природно-кліматичних умов є недостатня кількість поживних речовин у ґрунті, що значно обмежує можливості для ефективного росту та розвитку сільськогосподарських культур. Крім того, нерівномірне зволоження ґрунтів створює додаткові труднощі для забезпечення стабільних урожаїв.

Незважаючи на ці природні складнощі, господарство здатне отримувати досить високі врожаї завдяки використанню сучасних агротехнічних методів, правильному вибору культур для вирощування та впровадженню інноваційних технологій в обробіток ґрунтів та зрошення. Таким чином, навіть в умовах складного природного середовища господарство демонструє хороші результати та здатне адаптуватися до викликів, що ставить клімат та рельєф території, структура посівних площ наведена в таблиці 1.1, а врожайність сільськогосподарських культур в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1

Структура посівних угідь

Культури	Площа,га	%
Зернові	720	72
Пари	80	8
Сінокоси	100	20

Основні машини та трактори, призначені для виконання механізованих робіт у галузі рослинництва, зосереджені в тракторній бригаді. Їх перелік представлено в таблиці. 1.3.

Таблиця 1.2

Урожайність культур в ТОВ «Агроспеціаліст»

Культура	2021 р			2022 р			2023р		
	Площа,га	Вал.ц	Врожайн ість,ц/га	Площа,га	Вал.ц	Врожайн ість,ц/га	Площа,га	Вал.ц	Врожайн ість,ц/га
Озима пшениця	150	5055	53,7	170	5185	40,9	170	3247	69,1
Ярий ячмінь	100	1970	19,7	80	1032	12,9	120	2076	17,3
Рапс	120	3000	25	160	4192	26,2	90	2439	27,1
Сояшник	250	4150	16,6	210	3402	16,2	270	540	20,0
Кукурудза	80	3744	46,8	80	2800	35	50	2500	50,0

У 1994 році виникло нове фермерське господарство «Агроспеціаліст», яке розпочало свою діяльність у галузі рослинництва, займаючись вирощуванням сільськогосподарських культур на власних земельних угіддях. Весь обсяг робіт забезпечує одна тракторна бригада.

У структурі найманого персоналу сільськогосподарського підприємства працюють кваліфіковані трактористи-машиністи першого та другого класу, які забезпечують виконання широкого спектру механізованих робіт. Допоміжні функції виконують різноробочі, які залучаються до сезонних і підсобних операцій.

Матеріально-технічна база господарства є достатньо розвиненою та включає трактори різних тяглових класів, що дає змогу ефективно обробляти сільськогосподарські угіддя загальною площею 1000 гектарів. У наявності також сучасні агрегати та причіпна техніка для проведення посіву, обприскування, збирання врожаю, внесення добрив та інших агротехнічних заходів. Наявність належного технічного оснащення гарантує своєчасне та якісне виконання всіх запланованих робіт.

Технологія вирощування та збирання кожної культури базується на чітко визначеному наборі виробничих операцій, що здійснюються у певній логічній послідовності. При цьому обов'язковим є дотримання агротехнічних вимог, що передбачає оптимальні строки проведення робіт, використання відповідної техніки та технологій, а також контроль за якістю виконання кожного етапу.

Важливими елементами раціональної організації виробничого процесу є: правильно сформований перелік технічних засобів, визначення оптимальних режимів їх роботи, наявність технологічних карт для вирощування основних культур, а також впровадження системи контролю за якістю виконання технологічних операцій.

1.2. Склад та експлуатація машинно-тракторного парку

Машинно-тракторний парк «Агроспеціаліст» організований в рамках однієї тракторної бригади, яка має власний штат тракторів. Для здійснення виробничих процесів з вирощування сільськогосподарських культур,

господарство використовує техніку з машинно-тракторного парку, перелік якої наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Наявність техніки на підприємстві

Найменування	Кількість одиниць, шт		
	2021р	2022р	2023р
Комбайни зерно збирачі:			
John Deere 9610	1	2	2
Славутич КЗС-9	1	1	1
Трактори:			
Т-150К	2	2	2
МТЗ-82	3	3	3
John Deere 7800	0	1	1
Т-25А	3	2	2
Сівалки:			
СЗ-5,4	3	3	3
УПС-8	2	2	2
Всього	5	5	5
Культиватори:			
КПС-4	4	4	4
КРН-4,2	2	2	2
КРН-5,6	1	1	1
РВК-5,6	2	2	3
Плуги:			
ПЛН-3-35	3	3	3
ПЛН-5-35	2	2	2
Всього	5	5	5
Луцильники:			

ЛДГ-10	1	1	1
БДТ-4,2	1	1	1
БДТ-7	2	2	2
Автомобілі:			
КАМАЗ 5320	2	2	3
ВАЗ -2109	1	1	1
ВАЗ -2110	1	1	2
Всього	4	4	6

Матеріально-технічна база сільського господарства — це сукупність усіх технічних, інженерних, біологічних та інфраструктурних засобів, що забезпечують ефективне ведення аграрного виробництва. Вона включає як засоби праці, так і об'єкти, на які безпосередньо спрямована діяльність у процесі виробництва сільськогосподарської продукції.

До складу матеріально-технічної бази входять виробничі та допоміжні споруди — склади, ангари, зерносховища, ферми, майстерні, приміщення для обслуговування техніки, а також адміністративні та соціально-побутові будівлі, необхідні для забезпечення умов праці й відпочинку працівників.

Окрему складову становить поголів'я сільськогосподарських тварин: продуктивна та робоча худоба, а також молодняк, який є основою для відтворення стада.

До технічного оснащення належать машини і механізми, без яких неможливо уявити сучасне аграрне виробництво: трактори різних тягових класів, зернозбиральні, кормозбиральні та інші спеціалізовані комбайни, вантажні автомобілі, причепи, транспортні засоби для перевезення продукції й матеріалів, а також широкий спектр сільськогосподарських машин і знарядь — сівалки, плуги, культиватори, оприскувачі тощо.

Важливу роль у підвищенні родючості земель і забезпеченні стабільного врожаю відіграють меліоративні споруди (системи зрошення та

дренажу), а також багаторічні насадження — сади, виноградники, ягідники, які формують довготривалу основу рослинницького виробництва.

Загалом, матеріально-технічна база є фундаментом функціонування сільського господарства, від рівня її розвитку, сучасності та технічного стану значною мірою залежить продуктивність праці, якість продукції та економічна ефективність господарювання.

Занепокоєння викликає стан МТБ, оскільки протягом останніх років надходження нової техніки обмежене, а фінансування на запасні частини та паливно-мастильні матеріали інколи недостатнє. Проте, в складних умовах необхідно своєчасно та якісно виконувати технічне обслуговування.

Ефективність функціонування МТБ залежить від впровадження передових методів роботи. Однією з ефективних форм організації виробничого процесу в сільському господарстві є поточно-комплексна система виконання робіт. Її суть полягає в тому, що технічні засоби об'єднуються у тимчасові виробничі підрозділи — так звані загони, які спеціалізуються на виконанні певного виду робіт, наприклад, посівних або зернозбиральних.

Такий груповий підхід дозволяє раціонально використовувати матеріально-технічну базу підприємства: підвищується продуктивність машинно-тракторних агрегатів, скорочуються строки виконання технологічних операцій, а також покращується їх якість.

У практиці господарств подібна організація робіт найчастіше застосовується під час підготовки ґрунту — як весняної, так і осінньої — а також у період збирання врожаю зернових культур, коли особливо важливо дотримуватися агротехнічних строків та забезпечити високий рівень виконання польових робіт.

1.3. Технологія та організація робіт при вирощуванні с-г культур

Основними сільськогосподарськими культурами, що вирощуються в господарстві, є ранні зернові, ярі зернові культури, а також технічні

культури, зокрема соняшник. Всі культури вирощуються згідно з рекомендованою сівозміною, що дозволяє забезпечити оптимальне використання земельних ресурсів і сприяє збереженню родючості ґрунтів. Для підживлення рослин основну роль відіграють мінеральні добрива, що сприяють підтримці необхідного рівня живлення культур на всіх етапах їх розвитку.

Технологія основного обробітку ґрунту в господарстві визначається насамперед вибором попередників в сівозміні. Передпосівний обробіток ґрунту, як правило, включає операції для закриття вологи в ґрунті та культивуацію, що дозволяє підготувати ґрунт до висіву культур та покращити умови для їх розвитку. Посів культур проводиться суворо відповідно до агрономічних строків, які визначаються для кожної культури окремо, що дозволяє забезпечити їх максимальний розвиток і врожайність.

Догляд за посівами передбачає виконання різноманітних агротехнічних заходів, зокрема боротьбу з бур'янами та шкідниками. Це необхідно для того, щоб не допускати конкуренції з небажаними рослинами та забезпечити здоровий розвиток культур. Крім того, контроль за шкідниками є важливим елементом для запобігання хворобам та зниженню втрат врожаю.

Збирання врожаю проводиться в максимально стислі строки, що дозволяє зберегти продукцію у найкращому стані та мінімізувати втрати. Для цього господарство використовує сучасну техніку та ефективну організацію робіт.

Всі заплановані роботи з обробітку ґрунту, догляду за посівами та збирання врожаю виконуються двома тракторними бригадами. Важливою частиною організації робочих процесів є диспетчеризація, особливо в найбільш напружені періоди, такі як збирання врожаю. Диспетчер здійснює координацію роботи бригад, що забезпечує своєчасне та ефективне виконання всіх операцій, мінімізуючи можливі затримки і забезпечуючи оптимальні умови для збирання врожаю.

1.4. Організація використання і зберігання техніки

З метою координації роботи сільськогосподарських машин формуються комплексні механізовані загони:

- основного обробітку ґрунту;
- передпосівного обробітку ґрунту;
- посіву основних культур;
- збирання врожаю;
- післязбирального обробітку ґрунту;
- скиртування соломи.

Утворення таких підрозділів дає можливість ефективно й оперативно виконувати всі потрібні завдання, що допомагає знижувати втрати під час їхнього здійснення. За цією системою використання техніки реалізується максимально. Зменшується собівартість продукції як результат злагодженої діяльності підрозділів.

В господарстві відсутня диспетчерська служба, але всі проблеми розв'язуються керівниками структурних підрозділів негайно, без зволікань. Інші загальні питання обговорюються заздалегідь, з участю директора, його заступників та ключових фахівців господарства.

Збереження сільськогосподарських машин відіграє надзвичайно важливу роль, адже за неправильного зберігання відбувається їх старіння та знос (природний – корозія, пошкодження захисного шару під впливом температурних змін та опадів).

Належне зберігання гарантує технічну справність сільськогосподарської техніки та сприяє скороченню витрат на її ремонт.

У ТОВ «Агроспеціаліст» облаштовано місця для тримання техніки. Машини розташовуються як на відкритому просторі, так і під навісами з твердою основою. Перш ніж поставити техніку на зберігання просто неба, з неї обов'язково знімають усі частини, що можуть зазнати пошкоджень від атмосферних явищ та температурних коливань (акумулятори, паси, ланцюги та інше) та передають на складське зберігання. Водночас, машини підлягають консервації та встановленню на підставки. Перед тим як поставити техніку на зберігання, проводять очищення машин від бруду, наносять захисне покриття, герметизують отвори та порожнини.

Відповідальними за організацію зберігання сільськогосподарської техніки в господарстві є головний інженер та бригадир. Перед виїздом машин з тракторного двору механізатор ставить свій підпис у журналі майстра-налагоджувальника, засвідчуючи отримання справної техніки. При поверненні він здає її за актом на зберігання. У журналі також зазначається обсяг виконаних робіт.

На кожную одиницю сільгосптехніки ведеться дефектна відомість. Закріплення техніки за конкретним механізатором фіксується в журналі, видача та приймання майстром-налагоджувальником супроводжується відповідними позначками.

1.5. Відновлення сільськогосподарської техніки:

Планування робіт: Почніть з ретельної оцінки технічного стану машин. Визначте необхідні ремонтні заходи, складіть список необхідних запчастин і оцініть орієнтовну вартість ремонту. Важливо встановити чіткі терміни виконання всіх робіт.

Постачання комплектуючих: Обирайте перевірених постачальників запчастин і переконайтесь у високій якості деталей. Забезпечте належне зберігання компонентів, щоб уникнути їх пошкодження.

Виконання робіт: Створіть умови для роботи, забезпечивши належне освітлення та інструменти. Залучайте досвідчених спеціалістів, що мають відповідні кваліфікації. Постійно контролюйте якість виконання на всіх етапах ремонту.

Контроль якості: Після завершення ремонту проведіть випробування техніки, щоб переконатися в її належному функціонуванні. У разі виявлення недоліків, їх необхідно оперативного усунути.

Документація: Ведіть повний облік всіх виконаних робіт та зберігайте документацію, що стосується ремонту техніки. Це важливо для подальшого обслуговування та гарантійного обслуговування техніки.

У господарстві ремонтна майстерня складається з трьох основних приміщень:

- тракторний цех;
- розбирально-збиральний цех;
- пункт технічного обслуговування (ТО).

У майстерні також є склад для зберігання запасних частин. Кожна тракторна бригада господарства має свій пункт технічного обслуговування, слюсарний цех і зварювальну дільницю. Залежно від обсягів робіт, розподіляється навантаження по маркам тракторів. Витрати на ремонт техніки, обслуговування та трудозатрати вимірюються в людино-годинах і визначаються згідно з планом постановки техніки на ремонт і зняття з ремонту.

Організація ремонтних робіт здійснюється таким чином, щоб ремонтна майстерня була рівномірно завантажена протягом року. Процес ремонту починається з прийому техніки на ремонт. Після цього машину очищають від бруду, спочатку миють зовнішні поверхні, а потім видаляють мастило з картерів. Далі в майстерні проводиться діагностика техніки, після чого її розбирають. Оцінюється стан кожної деталі: визначають, які з них підлягають відновленню, а які можуть бути використані повторно, а які – вимагають заміни.

Після цього здійснюється збирання вузлів і агрегатів, а потім проводиться збирання всієї машини. Кінцевим етапом є випробування техніки для перевірки її працездатності.

У акумуляторній майстерні є спеціальний пристрій – дистилятор, який використовується для зарядки акумуляторних батарей.

1.6. Організація роботи нафтосховища господарства

Нафтогосподарство «Агроспеціаліст» розташоване поруч з автогаражем господарства. Центральний нафтосклад виконує функцію приймання, зберігання та видачі нафтопродуктів для потреб господарства.

До складу нафтокладу входять:

- одна бензинова колонка для заправки бензином;
- одна дизельна колонка для заправки дизельним паливом;
- склад для зберігання мастил;
- склад для порожньої тари;
- цистерни для поливу;
- пункт керування, що здійснює контроль за роботою нафтосховища.

Загальний об'єм ємностей нафтокладу становить:

- для зберігання бензину – 5 м³;
- для зберігання дизельного палива (ДП) – 15 м³;
- для зберігання мастил – 3 м³.

Заправка техніки здійснюється як на стаціонарному посту нафтосховища, так і в полі, де використовуються мобільні механізовані заправки. Це дозволяє забезпечити безперервну роботу техніки в будь-яких умовах.

У господарстві технічне обслуговування (ТО) та ремонт обладнання заправочного посту виконуються згідно з графіком, складеним для технічного обслуговування нафтосховища та заправочних установок.

Регулярне обслуговування забезпечує безперебійну роботу системи постачання пального.

Для первинного обліку видачі нафтопродуктів в господарстві використовують літньо-забірну карту, яка заповнюється для кожного трактора, комбайна чи автомобіля, що отримує паливо. Це дозволяє точно відстежувати витрати пального та контролювати його використання.

Нафтогосподарство повністю забезпечує потреби в паливно-мастильних матеріалах (ПММ), що є важливим фактором для стабільної роботи всіх сільськогосподарських машин і техніки. Завдяки цьому господарство здатне підтримувати високий рівень ефективності і продуктивності в роботі.

1.7. Технологічні особливості заготівлі сіна з трав у господарстві.

У сучасних реаліях під час заготівлі кормів першочергову увагу приділяють покращенню їхньої якості. Дотримуючись агрозоотехнічних вимог, реально на 25...30 % збільшити обсяги виробництва молока та м'яса. Критично важливо у процесі заготівлі та зберігання сіна максимально зберегти в ньому білки, вітаміни, каротин.

Висока якість сіна значною мірою залежить від своєчасного збирання трав. Рекомендується скошувати рослини для сіна у фазі бутонізації для бобових та колосіння для злакових трав. У південних регіонах допускається збирання на початку колосіння (бутонізації). Завершувати роботи потрібно до початку цвітіння основної частини рослин у травостої, оскільки трава наприкінці цвітіння стає грубішою, а кількість поживних речовин, які засвоюються тваринами, зменшується. Загальні терміни заготівлі сіна повинні бути мінімальними [23].

Вибір технології та комплексу машин здійснюють таким чином, щоб максимально скоротити час виконання операцій з догляду за скошеною травою, уникнути засмічення та забруднення сіна, а також звести до

мінімуму втрати найцінніших частинок. При скошуванні трави з одночасним формуванням покосу, товщина маси повинна бути рівномірною. У випадку, коли рослини після косіння укладаються у валки на стерню, необхідно слідкувати за рівномірним розташуванням валків по всій довжині поля, уникаючи розривів та скупчень. Під час об'їзду перешкод валок слід розміщувати на відстані не менше 1,5 м від них [2, 4, 11].

Висота скошування багаторічних трав у степовій зоні має бути в межах 4-6 см. Варто враховувати, що збільшення висоти зрізу призводить до відчутних втрат у кількості зібраного врожаю. Відхилення фактичної висоти скошування від заданої не повинно бути більшим за $\pm 0,5$ см на всій ширині робочої частини різального апарата.

Необхідно також подбати про рівномірне та повне зрізання, щоб рослини не висмикувались із землі, а коріння не потрапляло в скошену масу [11]. Сукупні втрати під час скошування мають бути не більше 2...3 %. Башмаки ріжучих пристроїв не варто направляти по скошеній або не зібраній траві. Ширина валка мусить бути трохи меншою, ніж ширина захоплення підбирача.

Визначення технології заготівлі сіна залежить від кліматичних особливостей регіону вирощування, типу трав та наявності механізованого обладнання в господарстві.

Заготівля сіна у пресованому вигляді (наприклад, у тюках або рулонах) має суттєві переваги порівняно з традиційним методом зберігання в розсипному стані. Такий спосіб дозволяє істотно знизити втрати корму, покращити його якість та зберегти більшу частину поживних речовин. Окрім того, пресоване сіно легше транспортувати й зберігати, що зменшує витрати на ці процеси. Для забезпечення тривалого і безпечного зберігання важливо, щоб щільність тюків або рулонів була рівномірною по всьому об'єму. Якщо сіно досушується способом активного вентилявання, його вологість під час пересування може бути до 30...35 % при щільності рулонів

100...130 кг/м³. Коли потреби у досушуванні маси немає, валки підбирають при вологості 20...22 %, а щільність збільшують до 180 кг/м³ [3].

Як в Україні, так і за межами держави, невпинно модернізуються технології та техніка для заготівлі кормів. Коли вирощують багаторічні трави на сіно, стадія скошування настає в розпал літа. Відтак, раціональним є вирощування багаторічних трав як підпокровної культури. Таким чином, на тій же території можливо отримати урожай спершу з покривної культури, а наприкінці літа та восени, завдяки багатоукісному використанню підпокровної культури, зібрати два покоси сіна [11].

Найбільш перспективні машини — це ті, що мають ротаційні ріжучі апарати та ширину захвату більше 2 м. Високі швидкості різання (до 60 м/с) гарантують низький зріз і безперервну роботу навіть на полеглому або переплутаному травостої. За однакової ширини захвату, ротаційні косарки демонструють вищу продуктивність, аніж косарки із зворотно-поступальним рухом ножа.

Окрім своєчасного скошування трав, якість сіна значною мірою залежить від плющення скошеної маси. Це сприяє кращому зберіганню каротину та протеїну, що підвищує його поживну цінність. У разі ігнорування цієї операції, через нерівномірне висихання стебел і листя рослин (останні висихають значно швидше, маючи велику цінність як компоненти корму), частина їх ламається та втрачається під час згрібання і підбирання валків.

Для скошування трав із одночасним плющенням застосовують косарки КС-2,1А, використовуючи трактори Т-25А або МТЗ-82, а також плющать агрегатом ПТП-2, використовуючи той самий трактор.

В Україні та за кордоном при заготівлі кормів частіше вдаються до пресування, яке дозволяє значно зменшити втрати, оскільки усувається потреба у таких технологічних операціях, як стягування, коткування та скиртування. Порівнюючи з розсипними кормами, пресовані корми при зберіганні займають менше місця, а їх транспортування обходиться

дешевше завдяки більш ефективному використанню вантажопідйомності транспортних засобів.

1.8. Висновки по розділу

1. Аналіз виробничої діяльності ТОВ «Агроспеціаліст» за період 2021-2023 роки продемонстрував стабільну прибутковість господарства протягом останніх трьох років.

Провідною галуззю підприємства є виробництво продукції тваринництва. З метою забезпечення надійної кормової бази, важливим є зосередження на виготовленні сіна. Для покращення ефективності цієї галузі, необхідно працювати над підвищенням врожайності.

2. Трав'янисту масу в покосах підв'ялюють, досягаючи вологості 50–60%. Далі її збирають у рихлі валки шириною 1,2 м. Для цієї роботи використовують граблі-валкоутворювачі, зокрема колісно-пальцеві ГВК-6, агреговані з трактором Т-25А.

3. Збільшення якості сіна та розширення обсягів його виробництва може бути досягнуто шляхом впровадження передових технологій. Особливу увагу варто приділити операціям догляду за сінокосами для досягнення оптимальної вологості. Для виконання цього завдання доцільно використовувати запропоновані граблі, які агрегуються з трактором Т-25А.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ СІНА

2.1. Аналіз конструкцій та класифікація машин для заготівлі сіна

Для ворошіння скошеної трави, збирання її у валки, перевертання валків існує достатньо машин, які відрізняються за типом робочих органів, шириною захвату, способом агрегування. Раніше для виконання цих операцій використовували ручні граблі. З розвитком техніки для згрібання та ворошіння сіна почали застосовувати поперечні кінні граблі з ручним, а потім з автоматичним скиданням валків. Згодом з'явилися спеціальні зворушувачі, розпушувачі та валкоутворювачі, конструкції яких стали універсальними, придатними для формування валків [3].

Прагнення до підвищення продуктивності, якості роботи, універсальності, зменшення матеріаломісткості та врахування різноманітності ґрунтово-кліматичних умов призвело до створення великої кількості грабелів, які розрізняються за способом формування валка та конструктивними особливостями робочих органів.

Під час класифікації граблів їх конструкції можна розподілити на групи за особливостями формування валків — з урахуванням напрямку руху агрегату та принципу виконання технологічного процесу (див. рис. 2.1).

Залежно від конструктивних особливостей граблі поділяють на валкові, колісно-пальцеві та роторні. Валкові граблі формують валки поперек напрямку руху агрегату, тоді як колісно-пальцеві та роторні — уздовж.

За способом агрегування з трактором граблі бувають причіпними або напівпричіпними.

Для заготівлі бобових трав, таких як конюшина чи люцерна, зазвичай використовують колісно-пальцеві або роторні граблі, оскільки вони

працюють обережніше й менше пошкоджують листя і суцвіття, що дозволяє зберегти високу кормову цінність сіна.

За принципом дії граблі також класифікують на валкові (які формують один центральний валок) та бокові (що зміщують сіно вбік, утворюючи валки збоку від напрямку руху машини).

Поперечні граблі формують валок за допомогою робочого органа — зубчастого грабельного механізму, зображеного на рисунку. 2.2.

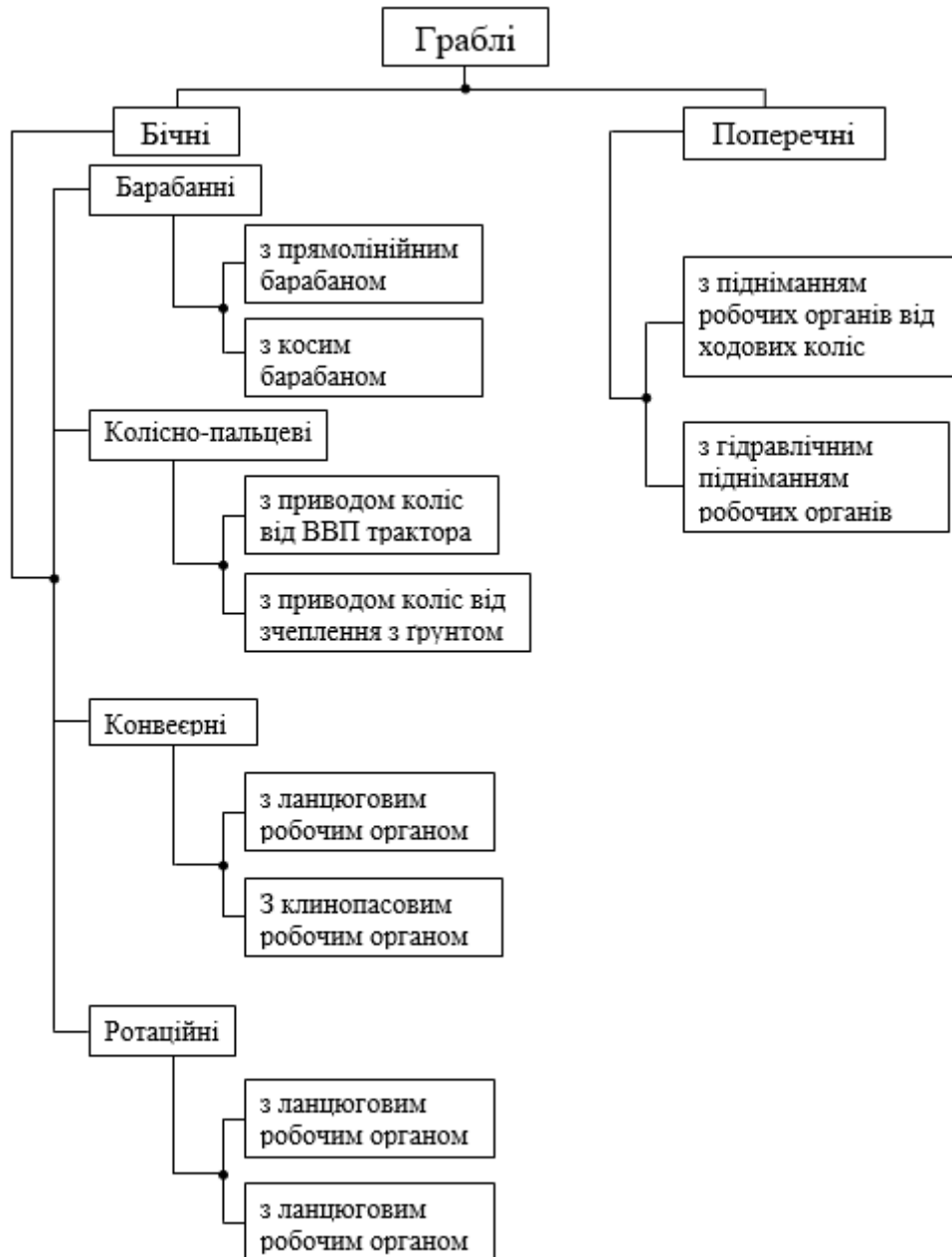


Рис. 2.1. Класифікація грабелів

Зубовий грабельний пристрій застосовують на поперечних граблях (ГП-14, ГП-1-14, ГП-2-14А, ГПП-6,0). Він містить зуби 1 (рис. 2.2), що вигнуті по дузі кола чи логарифмічній спіралі. Зуби кріпляться спеціальними фіксаторами до поперечного бруса 2.

Бруси із зубами шарнірно з'єднуються в кронштейнах 3 рами 4. Зуби формують простір, де при згрібанні формується валок. У верхній частині цього простору встановлено очисні прутки 5.

Під час збору сіна зубами, матеріал скупчується у внутрішній, заглибленій ділянці апарата. Коли ця зона наповнюється, активується механізм підйому. З його запуском стартує обертання підйомного вала 6, котрий через кривошип 7 та тягу підйому 8 здійснює поворот грабельного бруса з зубцями. За половину оберту підйомного вала зуби переміщуються в транспортне положення, залишаючи зібране сіно у формі валка на полі.

В процесі руху грабельний апарат переходить в робочу позицію. Під час наступного проходу механізм активується так, щоб новоутворений валок розміщувався навпроти попереднього.

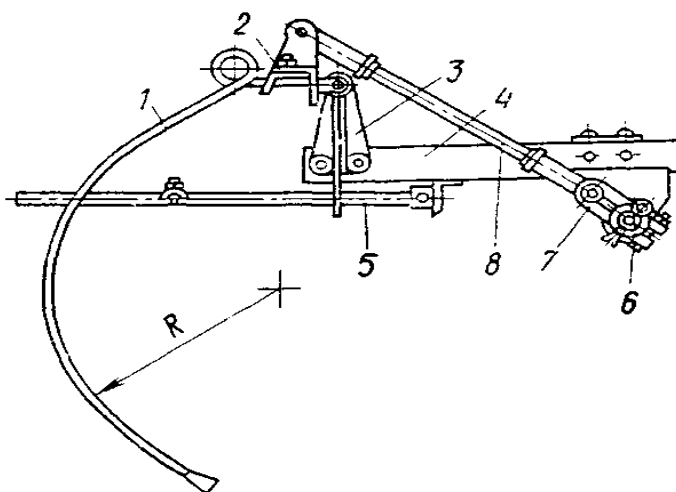


Рис. 2.2. Зубовий грабельний апарат поперечних грабелів:

1 – робочий зубець; 2 – опорний брус; 3 – кронштейн кріплення; 4 – основна рама конструкції; 5 – пруток для очищення зубців; 6 – вал механізму підйому; 7 – кривошипний елемент; 8 – тягова ланка підйомного механізму.

Для досягнення оптимального збору трави, зубці граблів у робочому стані мають торкатися землі, а в транспортному стані - бути на одній лінії. Налаштування положення грабельного апарату здійснюється регулюванням довжини тяги підйомника 8, шляхом закручування або відкручування його голівки.

Недоліком цих робочих частин є те, що вони виконують лише згрібання сіна у валки. Крім того, важливо відзначити, що сформований валок має непрямолінійну форму, що може ускладнювати процес його підбирання.

Колісно-пальцевий робочий елемент – це колесо, яке складається зі ступиці 1 (рис. 2.3), спиць 2 та пружинних пальців 3, протягнутих крізь отвори в ободі 4 і закріплених на кільці 5. Колесо монтується під кутом 450 градусів до напрямку руху та в процесі роботи спирається на ґрунт.

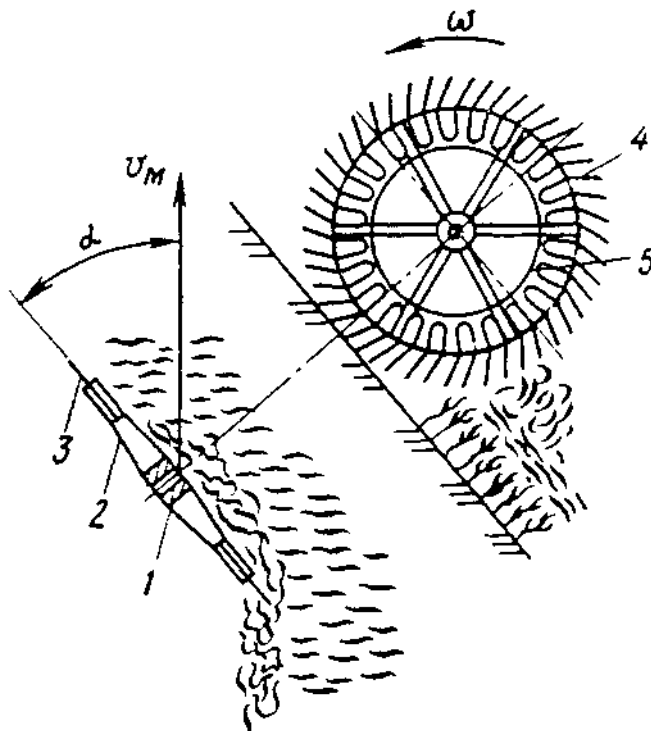


Рис. 2.3. Колісно-пальцевий механізм граблів:

1 – втулка (основа колеса); 2 – спиця (зв'язувальний елемент); 3 – робочі пальці; 4 – обід (зовнішнє кільце); 5 – з'єднувальні кільця.

Внаслідок чого колесо обертається, а його пальці, в нижньому положенні, переміщуються майже по прямій лінії, що паралельна до осі обертання колеса. Зібране колесом сіно переміщується в тому ж напрямку.

Ефективність роботи залежить від сили притискання колеса до землі. Недостатній тиск, як при згрібанні, так і під час ворущіння, призводить до розриву та розкидання валка, а надмірний тиск спричиняє забруднення сіна ґрунтом. Залежно від умов роботи, необхідний тиск забезпечується регульовальними амортизаційними пружинами.

Недоліком цього робочого елемента є відносно невисока міцність колеса, а також недостатньо якісне ворущіння, що пов'язане з особливостями конструкції пальців.

Оригінальну будову робочих органів мають роторні граблі ГВР-6А. Граблі складаються з двох роторів, що закріплені на рамі двоколісних опорних візків. Привід роторів здійснюється від вала відбору потужності трактора. Ротор містить корпус, зубчасту передачу, напрямні профільовані доріжки та граблини із пружинними пальцями.

У процесі роботи ротори обертаються у зустрічних напрямках. Граблини, які закріплені на роторах, обертаються разом із ними, а також обертаються навколо власної осі завдяки копіювальному механізму. Це забезпечує такий рух пальців, при якому вони по зовнішньому краю опускаються до поверхні ґрунту, підхоплюють траву та переміщують її до центральної частини машини. Після цього пальці піднімаються й обережно виходять із валка, не порушуючи його структуру. Спеціальні щитки запобігають розкиданню й втраті сіна. Даний робочий орган є складним у конструкції і ефективним за наявності великих площ, що відповідає продуктивності грабель.

2.2. Аналіз технічних рішень

Існує технічне рішення згідно з А.С. № 86655 (рис. 2.4) граблів-ворушилки, в основі корисної моделі якого поставлено завдання вдосконалити сіноворушилку. Це передбачає виконання кожного вітрового щита з еластичного матеріалу, що охоплює пружинні зуби по периметру та прикріплюється до них. Застосування запропонованого винаходу забезпечить наступний технічний ефект: зменшення металомісткості та трудомісткості виготовлення граблів-ворушилки; зниження ймовірності забивання робочих органів травою, що, в свою чергу, зменшить втрати від неповного згрібання.

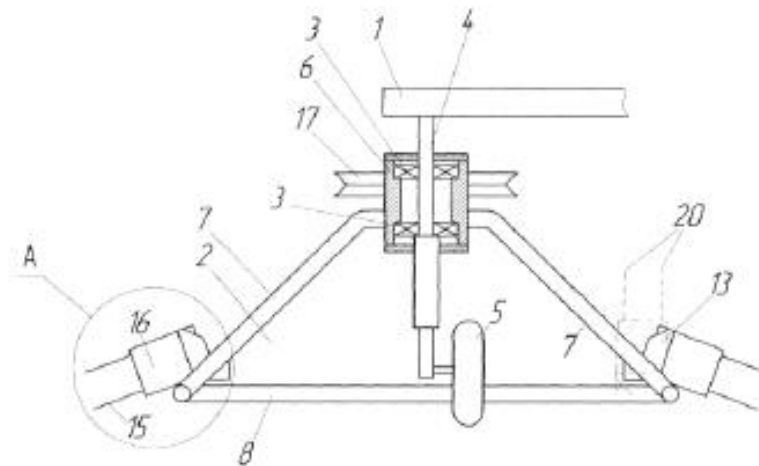


Рис.2.4. А.С. № 86655 Граблі-ворушилка

Граблі-ворушилки мають каркас 1, на котрому закріплено щонайменше пару роторів 2. Ротори обертаються на підшипниках 3 навколо осі 4, котра своїм нижнім кінцем спирається на колесо 5. Ротор 2 складається з маточини 6, до котрої кріпиться обід 8 за допомогою трубчастих хрестовин 7. До внутрішньої частини обода 8 приварені кронштейни 9, на яких монтується основи 10. Кожна з основ 10 містить вісь 11, де розташовуються пружини кручення 12 і поворотна в площині ротора обойма 13. До обойми 13 за допомогою болта 14 приєднуються пружинні зуби 15. До пружинних зубців 15 одним з відомих способів (наприклад, за допомогою заклепок чи

шляхом вулканізації) кріпляться вітрові щити 16, виготовлені з еластичного матеріалу, що огортає пружинні зубці по контуру на щонайменше 2/3 їхньої довжини, враховуючи пружинну навивку. Привід ротора здійснюється від шківів 17. Один кінець пружини 12, що встановлена на осі 11, закріплений до штифта 19, а другий - до поворотної обойми 13. Отже, пружина 12 прагне розвернути поворотну обойму 13 таким чином, що в нерухомому стані ротора пружинні зубці 15 займають неробоче положення 20, зображене на фіг. 1 пунктирною лінією.

Пересуваючись прямолінійно зі швидкістю VM граблі-ворошилка функціонує наступним чином. При обертанні ротора 2 навколо своєї осі з кутовою швидкістю ω , яку отримує від шківів 17, під впливом відцентрових сил, обойма 13, на якій закріплені пружинні зуби 15, переборює зусилля пружини кручення 12 та повертається навколо осі 11 до робочого положення. Кінцеве робоче положення пружинних зубів 15 визначається дотиком вітрового щита 16 до поверхні обода 8. Ротор 2 розміщують над поверхнею поля так, аби між кінчиками пружинних зубів 15 та полем існував зазор a , що унеможлиблює контакт зубів 15 із ґрунтом. Це мінімізує забруднення сіна землею, а також ризик пошкоджень пружинних зубів 15 при зіткненні з нерівностями ґрунту. Вітровий щит 16 запобігає коливанням у тілі пружинних зубів 15, абсорбуючи зусилля, які виникають під час удару об матеріал, що згрібається, нерівності ґрунту та сторонні предмети. Завдяки послабленню вібрацій, що виникають при ударах пружинних зубів 15, попереджується утворення тріщин втомі і зменшується ймовірність поломок. При обертанні ротора 2, вітрові щити 16, діючи за принципом лопатей вентилятора, створюють повітряний потік, що піднімає рослини над поверхнею поля. Це дає можливість скоротити обламання найцінніших за поживними якість частин рослин (листя, суцвіть) через зменшення контакту рослинної маси зі стернею. У разі вимкнення приводу ротор 2 зупиняється, а обойма 13 разом з прикріпленими до неї пружинними зубами

15 під впливом сили пружини кручення 12 повертається в неробоче положення.

Застосування цього технічного рішення, яке було запропоновано, у порівнянні з вже відомими аналогами, дасть змогу значно збільшити термін експлуатації пружинних зубів граблів-ворошилок. Це також сприятиме зменшенню механічних втрат, що виникають під час процесів ворущіння, згрібання та перевертання попередньо підсушеної трави.

Технічне рішення № 29298 (рис. 2.5). Граблина ротаційних граблів – це інновація, де мета – оптимізація, завдяки наступному: граблина обладнана подвійними пружинними зубами. Ці зуби фіксуються болтами до зубонесучої частини, яка є частиною колінчастої телескопічної штанги. Зубонесуча частина зміщена від осі обертання штанги, у протилежний напрямок руху ротора. Телескопічне з'єднання штанги розташоване на згині коліна.

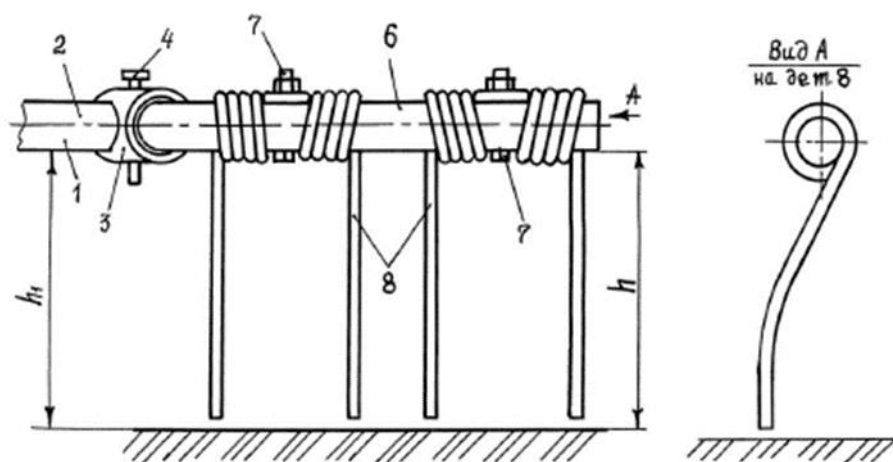


Рис.2.5. А.С. № 29298 Граблина ротаційних грабелів

Граблина ротаційних граблів складається зі штанги 1, з можливістю обертання навколо поздовжньої осі 2. Вона включає втулку 3, палець 4 та зовнішній кінець штанги 5. До зубонесучої частини 6 останньої за допомогою болтового з'єднання 7 кріпляться пружинні зуби 8 (подвійні).

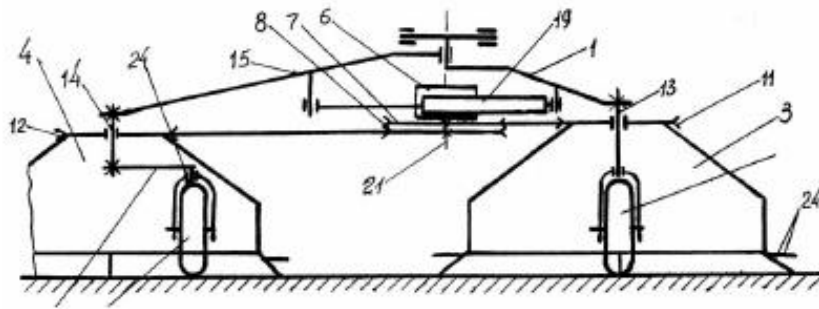
Незубонесуча частина 9 зовнішнього кінця штанги 5 оснащена отворами 10 і з'єднується з втулкою 3, утворюючи телескопічну пару.

Граблина працює наступним чином. Під час згрібання пружинні зуби 8 орієнтовані майже перпендикулярно до поверхні поля і захоплюють траву, що знаходиться попереду них, переміщаючи її в напрямку обертання, як показано на фігурі 3 стрілкою В. Зубонесуча частина штанги 6 та сама штанга 1 мають однакову висоту $h_1=h$ над поверхнею поля. Коли формується валок, штанга 1, яка отримує рух від кулачкового механізму (не показано на кресленнях), обертається навколо своєї осі 2, і пружинні зуби 8, звільняючись від сіна, набувають більш горизонтальне положення. Оскільки зубонесуча частина штанги 6 зміщена відносно осі повороту 2 в протилежний бік обертання ротора, висота її розташування над поверхнею поля буде більшою, ніж у штанги 1, тобто $h>h_1$.

Це дозволяє зубонесучій частині штанги 6, взаємодіючи з пружинними зубами 8, переміщатися над валком, чия висота, позначена як h_v , є більшою за положення штанги 1, вказане як h_1 . Такий підхід зберігає валок пухким та рівномірним, запобігаючи розкиданню маси по полю. Під час згрібання високорослої трави з високою врожайністю може виникнути потреба у регулюванні висоти h .

Досягається це шляхом пересування незубчастої частини 9 зовнішнього кінця важеля 5 відносно втулки 3 з подальшим фіксуванням її за допомогою пальця 4 та одного з отворів 10.

Існує технічне рішення №29254 (рис. 2.6), яке описує сінозбиральну машину. Основною метою винаходу є створення машини з розширеними функціональними можливостями завдяки зміні відстані між роторами. Це дозволяє одночасно обробляти два валки за допомогою лівого та правого ротора або згрібати сухе сіно в один великий валок.



Фиг. 1

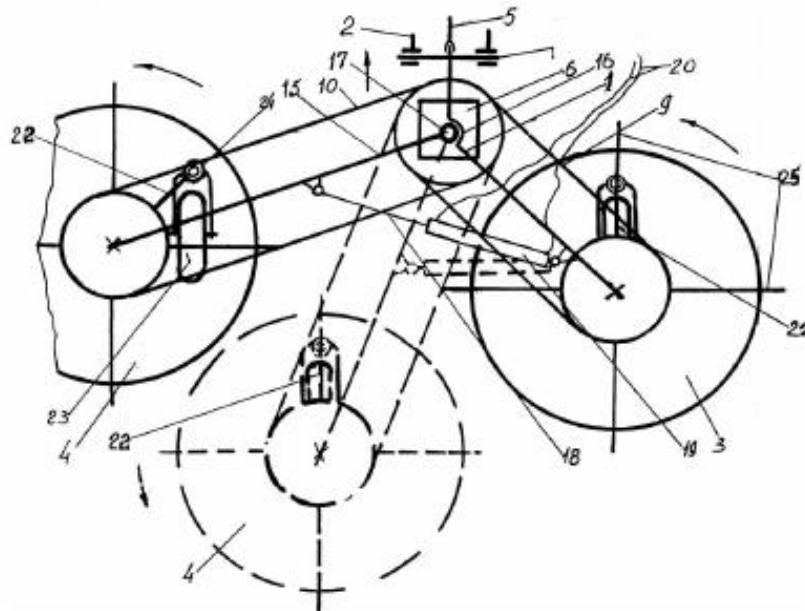


Рис. 2.6. А.С. №29254 Сінозбиральна машина

Завдання вирішується завдяки конструкції сінозбиральної машини, що складається з рами, навішеної на джерело енергії. На рамі закріплено принаймні два ротори з вертикальними осями, що отримують привід від джерела енергії через редуктор.

Машини обладнана самоустановлювальними колесами, розташованими спереду роторів на важелях. Один із роторів прикріплено до рами за допомогою кронштейна з шарніром з вертикальною віссю обертання. Між рамою та кронштейном передбачено пристрій для переміщення шарнірно з'єданого ротора. Вертикальна вісь шарніра збігається з віссю вихідного валу редуктора. Пристрій для переміщення шарнірно приєданого ротора виконаний у вигляді гідроциліндра, з'єданого з гідравлічною системою джерела енергії.

Сінозбиральна машина працює наступним чином. Енергетичний засіб (трактор) переміщає машину по полю в напрямку, зазначеному стрілкою. Ротори 3 і 4 обертаються від ВВП через кардан 5, редуктор 6, ведучі шківни 7 і 8, паси 9 і 10, а також ведені шківни 11 і 12. За допомогою пристрою 18, що виконаний у вигляді гідроциліндра 19, регулюється відстань між роторами 3 і 4, що дозволяє обробляти скошену траву (розкидати з валків, згрібати у два валки або обертати валки). Якщо встановити мінімальну відстань між роторами 3 і 4, вони розташуються ступінчасто: лівий ротор 4 буде позаду і зліва від правого ротора 3. У такому положенні сінозбиральна машина може згрібати сухе сіно в один великий валок або транспортувати його.

Таким чином, сінозбиральна машина, яка включає раму, навішену на енергетичний засіб, з двома роторами з вертикальними осями, що мають привод від енергетичного засобу через редуктор, а також самоустановлювальні колеса, розташовані в передній частині ротора на поводку, один з роторами прикріплений до рами на кронштейні, що обертається навколо вертикальної осі. Між рамою і кронштейном розташований механізм для переміщення ротора, а вертикальна вісь шарніра збігається з віссю вихідного вала редуктора. Цей пристрій для переміщення ротора, виконаний у вигляді гідроциліндра, дозволяє значно розширити функціональні можливості та знизити витрати на заготівлю кормів.

Граблі роторні валкоутворювачі – серії Massey Ferguson RK мають відмінну якість, легкість в експлуатації та надійна конструкція – ось ключові аргументи на користь граблів від Massey Ferguson (рис.2.7.).



Рис. 2.7. Граблі роторні Massey Ferguson RK

Завдяки чотирьом роторам та робочій ширині 12,5 та 14 метрів, ці граблі забезпечують оптимальну ширину захвату, а відповідно – і оптимальне використання потужності. Ці моделі розроблені спеціально для великих сільськогосподарських підприємств, підрядних організацій та для міжгосподарського користування. Проста, але надзвичайно міцна конструкція чотирьохроторних граблів від Massey Ferguson гарантує зручність у використанні та збільшену маневреність під час роботи на значних площах.

Всі чотирироторні граблі Massey Ferguson постачені автоматичною гідравлічною системою послідовного управління, яку можна налаштувати згідно з вимогами. Ця система регулює час підняття та опускання задньої пари роторів і дозволяє формувати ідеальні валки на розворотній смузі. Автоматичне обмеження висоти на розворотній смузі усуває потребу вимикати вал відбору потужності трактора під час маневрів.

Система ISOBUS для керування. MF RK 1254 TRC PRO та MF RK 1404 TRC PRO оснащені системою ISOBUS, що надає повний контроль над усіма функціями грабелів. Зокрема, це включає регулювання робочої висоти,

ширини захвату, перекриття валків та послідовність підйому, забезпечуючи максимальний контроль і зручність в роботі.

2.3. Висновки по розділу.

1. Аналіз технічної літератури показує, що на сьогодні існує обмежена кількість видів машин, призначених для заготівлі сіна. Однак, в межах цих видів спостерігається велика різноманітність робочих органів, що використовуються для виконання різних операцій у процесі заготівлі. Зокрема, ці органи можуть відрізнятися за конструкцією, принципом роботи та ефективністю виконання завдань. Незважаючи на те, що види сінозбиральних машин не дуже різноманітні, кожен з них може бути оснащений різними робочими органами, що забезпечують адаптацію техніки до конкретних умов експлуатації та потреб господарства.

2. На основі проведеного аналізу конструкцій сінозбиральних машин та робочих органів, нами було прийнято рішення модернізувати наявні у базовому господарстві граблі ГВК-6. Ця техніка вже використовується в господарстві, і вона є надійною базою для вдосконалення. Модернізація грабелі ГВК-6 дозволить підвищити їх ефективність, збільшити функціональні можливості та адаптувати техніку до сучасних вимог щодо заготівлі сіна. Таким чином, вдосконалення вже наявної техніки є економічно обґрунтованим рішенням, яке дозволяє значно покращити процес заготівлі кормів без необхідності покупки нових, дорогих машин.

3. ЗАПРОПОНОВАНА КОНСТРУКЦІЯ МОДЕРНІЗОВАНИХ ГРАБЕЛЬ ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

3.1. Будова та технологічний процес роботи запропонованих граблів

За основу можна взяти колісно-пальцевий робочий орган, але водночас укріпити конструкцію самого колеса. Окрім того, є потреба у більш простому механізмі зміни кута розташування робочих коліс щодо напрямку руху агрегату, аби гарантувати виконання операцій ворущіння трави та згрібання сіна у валок. Модернізовано модель колісно-пальцевих граблів ГВК-6М, яку подано на (рис. 3.1).

Розроблені граблі сконструйовані для перемішування скошеної трави в прокосах та збирання сіна у валки. Конструкція граблів аналогічна ГВК-6, тобто граблі бокові, утворюють рівний безперервний валок і придатні для агрегування з трактором Т-25А.

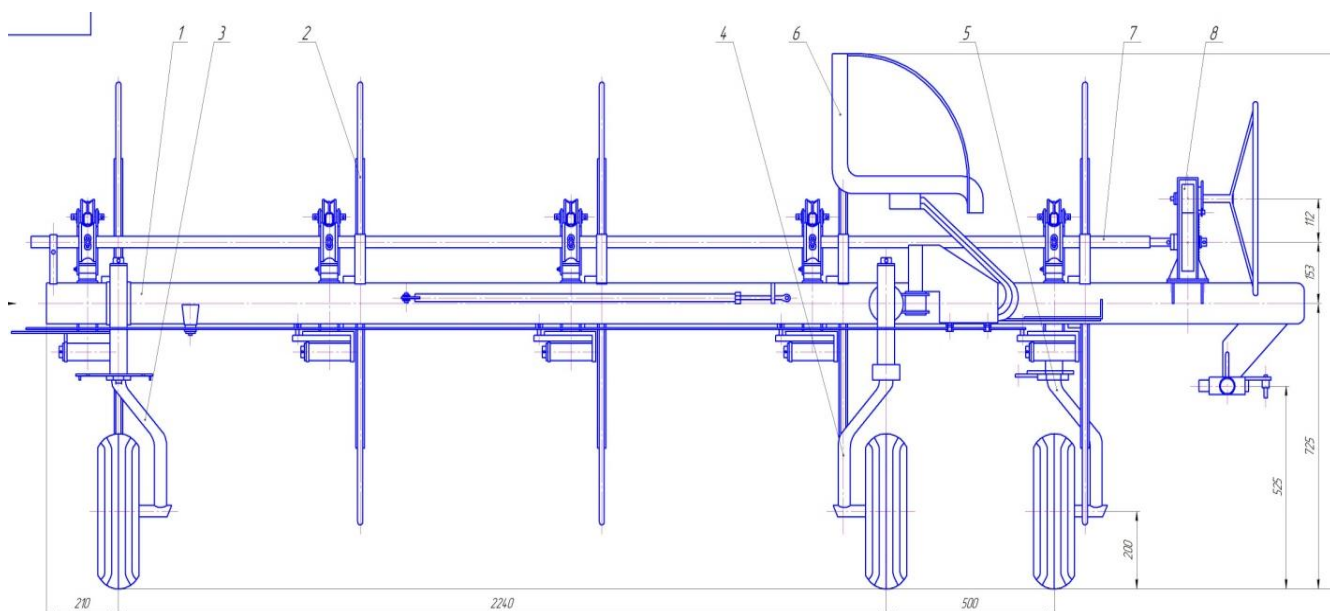


Рис.3.1 Схема модернізованих граблів ГВК-6М

Граблі конструктивно складаються з рами 1, котра спирається на три колеса: ліве колесо 3, праве колесо 4 та переднє колесо 5. До рами приєднано п'ять загібних коліс 2, кут установки яких до напрямку руху регулюється за допомогою системи важелів 15, 16 та 17.

Важелі забезпечують поворот коліс навколо вертикальної осі механізму їхнього кріплення до рами. Додатково, фіксація коліс на рамі відбувається шарнірно через важіль, що дає змогу легко переводити колеса у транспортне положення. Важель колеса, проходячи через шків 9, з'єднаний з валом 8, який пов'язаний з регулятором 7, на котрому закріплено маховик. Працівник, крутячи маховик, обертає шків, що, в свою чергу, через ланцюг, приводить колеса у транспортне положення.

Принцип роботи граблів, що сконструйовані, полягає в наступному: під час руху граблів робочі колеса обертаються завдяки зчепленню пальців робочих коліс з сіном. Пальці підхоплюють сіно в нижній частині і, змінюючи нахил, відпускають його в середній частині. Оскільки колеса рухаються під кутом до напрямку руху, маса сіна зміщується убік і далі на інше колесо. Процес повторюється, і після проходження всіх робочих коліс, сіно лягає у пухкий валок, що добре продувається вітром, сприяючи швидшому висиханню. Обслуговування агрегату передбачає участь одного тракториста та помічника.

3.2. Обчислення технологічних характеристик колісно-пальцевого робочого органу

У процесі згібання трави пальці колісно-пальцевих грабелів здійснюють комбінований рух, який складається з поступального та обертального компонентів. Поступальний рух відбувається у напрямку руху агрегату із швидкістю, що визначається тяговим засобом. Одночасно пальці обертаються навколо осей обертання коліс, до яких вони прикріплені. Обертання коліс забезпечується завдяки їх безпосередньому контакту з

грунтовою поверхнею, внаслідок чого виникає кочення. Під дією сил тертя між колесами та ґрунтом відбувається обертання пальцевих коліс, що змушує пальці здійснювати складні траєкторії руху, необхідні для ефективного згрібання і формування валків трави. Робочий процес залежить від таких факторів, як діаметр коліс, кут встановлення пальців, жорсткість елементів та швидкісні режими руху агрегату [16].

На рисунку 3.2 представлені проекції траєкторій руху пальців: пальця А колеса I (крива атпс) та пальця В колеса II (крива btkf). Палець А, закріплений на колесі I, здійснює умовне згрібання трав'яної маси на ділянці своєї траєкторії, позначеній як тп. Усі інші пальці цього ж колеса рухаються за аналогічними траєкторіями, зміщеними у просторі, і починають процес згрібання з лінії Мт, поступово пересуваючись до лінії Nn.

У результаті після проходу колеса I трава зі смуги шириною III збирається пальцями і відкладається у вигляді невеликого, рівномірного валка, який формується правіше лінії Nn відносно напрямку руху агрегату.

Процес згрібання здійснюється завдяки поєднанню обертального руху пальців навколо осі колеса та поступального руху самого агрегату. Траєкторії кінців пальців мають характерну циклоїдальну форму, що дозволяє ефективно підхоплювати, транспортувати і укладати зрізану траву.

Кожен палець при проходженні своєї робочої траєкторії зазнає навантаження від контактної взаємодії з рослинною масою, що може викликати пружні деформації, однак завдяки гнучкості пальців ці деформації не перешкоджають процесу формування рівного і компактного валка.

Для підвищення ефективності роботи важливо, щоб пальці працювали узгоджено, без значних пропусків і накладень, що забезпечується правильним розташуванням пальців на колесі та оптимальним вибором швидкості руху агрегату.

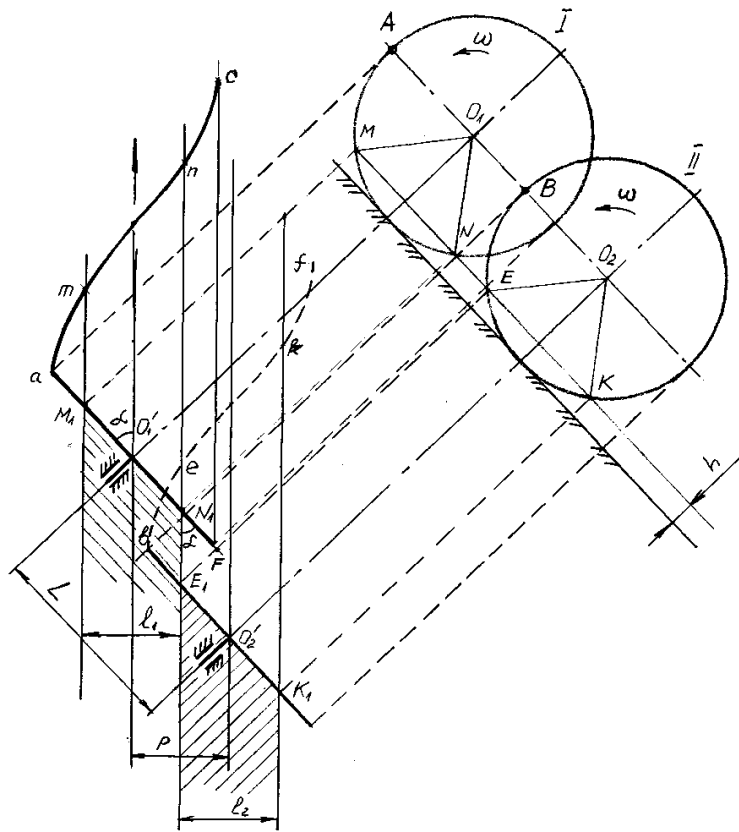


Рис. 3.2. Схема для визначення параметрів колісно-пальцевих грабель

Після того як колесо I завершило згрібання трави в смузі шириною III та сформувало перший валок, у роботу вступає колесо II. Палець B колеса II рухається за своєю траєкторією, проекція якої зображена на рисунку 3.2 у вигляді кривої btkf.

Палець B, подібно до пальця A, здійснює згрібання трави на відповідній ділянці своєї траєкторії. Решта пальців колеса II виконують рухи, аналогічні до руху пальця B, але з часовими зсувами, що забезпечує суцільне захоплення трав'яної маси на ширшій ділянці.

Завдяки правильному узгодженню руху обох колісно-пальцевих грабель колесо II захоплює як залишки трави, що могли залишитися після першого проходу, так і частину нової незгребеної маси із суміжної смуги. Таким чином, після роботи колеса II формується другий валок,

розташований правіше від першого, або — у залежності від конструкції грабель — трав'яна маса об'єднується в один більший валок.

Форма і якість валків залежать від кількох факторів:

- правильного налаштування кутів нахилу коліс;
- узгодженості швидкості руху агрегату і кутової швидкості обертання коліс;
- пружних характеристик пальців;
- ширини захвату і траєкторій руху пальців.

Правильне налаштування параметрів роботи обох коліс дає змогу забезпечити рівномірне згрібання без пропусків і нерівномірностей, що є критично важливим для подальших процесів підбору, пресування чи тюкування кормових культур

Оскільки під час роботи пальці колісно-пальцевих грабель взаємодіють з ґрунтом, опираючись на його поверхню, для забезпечення якісного й чистого згрібання трав'яної маси повинна виконуватися певна умова. Ця умова визначає оптимальне співвідношення між силою притискання пальців до поверхні, їхнім пружним опором та режимами руху агрегату.

$$h \leq h_{\min}, \quad (3.1)$$

Позначення h відповідає відстані від найнижчої точки траєкторії кінців пальців (тобто від рівня поверхні ґрунту) до місця перетину траєкторій кінців пальців сусідніх коліс. Ця відстань визначає висоту гребеня валка.

Параметр h_{\min} позначає мінімальну висоту розташування скошеної трави над поверхнею ґрунту. З огляду на те, що висота стерні після скошування за умовами роботи становить приблизно 80 мм, для подальших розрахунків приймається допущення: $h_{\min}=80$ мм.

Виходячи з прийнятого діаметра робочого колеса, що дорівнює 1200 мм, можна визначити ширину захвату одного колеса — величину l_1 , яка враховує конструктивні параметри колеса та забезпечує потрібну ефективність згрібання трави.

На першому етапі розрахунків необхідно визначити довжину відрізка MN (див. рисунок 3.2). Цей відрізок утворюється в результаті перетину колеса горизонтальною площиною, розташованою на висоті h над рівнем ґрунту. Іншими словами, MN представляє собою горизонтальну проекцію частини колеса, обмежену умовною площиною, що проходить через точки траєкторії пальців на заданій висоті.

Розрахунок цієї віддалі є важливим, оскільки від нього залежить визначення ширини захвату одного колеса i , відповідно, ширини смуги згрібання. Відзначимо, що висота перетину h задається умовами роботи (з урахуванням висоти стерні або мінімального рівня розташування трави), а діаметр колеса є фіксованим конструктивним параметром.

Знаходження віддалі MN дозволяє перейти до наступного етапу — розрахунку довжини дуги захвату пальців, ширини смуги згрібання та оптимальної взаємодії між сусідніми колесами під час роботи агрегату.

$$l_{MN} = \sqrt{R^2 - (R - h)^2} = \sqrt{R^2 - R^2 + 2Rh - h^2} = \sqrt{2Rh - h^2}, \quad (3.2)$$

де R – радіус колісних грабелів, м.

Виходить

$$l_{MN} = \sqrt{2 \cdot 600 \cdot 80 - 80^2} = 430,81 \text{ мм}.$$

Ширина робочого захвату одного колеса становить, м

$$l_1 = l_{MN} \cdot \sin \alpha, \quad (3.3)$$

де α – кут нахилу (або установки) колеса відносно напрямку руху агрегату, град;

$$l_1 = 430,81 \cdot \sin 50^\circ = 330 \text{ мм} = 0,3 \text{ м.}$$

Таким чином, загальна ширина захвату грабелів дорівнюватиме:

$$B = l_1 \cdot n, \quad (3.4)$$

де n — кількість коліс, встановлених на рамі агрегату; для даного випадку приймаємо $n=5$;

$$B = 330 \cdot 5 = 1650 \text{ мм} = 1,65 \text{ м.}$$

У процесі роботи ширину захвату грабелів можна прийняти рівною 1700 мм під час згрібання скошеної трави. При виконанні операції ворушіння трав'яної маси, коли колеса працюють із більшим розмахом і розріджують валок, ширина захвату збільшується і становить приблизно 3000 мм.

Для подальшого уточнення параметрів конструкції необхідно також розрахувати відстань між центрами двох суміжних коліс, тобто відстань $l_{E,F}$ (див. рисунок 3.3).

Аналізуючи зображення на рисунку 3.3, можна помітити, що

$$l_{E,F} = (L - l_{MN}) \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.5)$$

де L — відстань між осями кріплення суміжних коліс на рамі агрегату. З огляду на конструктивні особливості та вимоги до компактності і стійкості роботи грабелів, цю відстань приймаємо рівною $L=705$ мм.

Тоді, знаючи значення L та інші параметри конструкції, можна розрахувати відстань між центрами суміжних коліс або визначити геометричні взаємозв'язки для подальшого уточнення схеми розташування робочих органів на рамі.

$$l_{E,F} = (705 - 330) \cdot \operatorname{tg} 50^\circ = 447 \text{ мм.}$$

Прийнята відстань є цілком достатньою для ефективної роботи кожного окремого колеса, що забезпечує відсутність взаємного заважання в процесі обертання і згрібання трав'яної маси. Завдяки такому розташуванню робочі органи працюють без перешкод, не накладаючи своїх траєкторій і не створюючи зайвих механічних навантажень одне на одне, що сприяє стабільності та рівномірності процесу згрібання.

3.3. Розрахунок діаметра дротяних прутків робочого колеса

Діаметр дротяного прутка визначатимемо, виходячи з умов міцності пальця на дію робочих навантажень. Для цього необхідно попередньо встановити величину сили, що передається на палець від маси скошеної трави під час роботи грабелів.

Насамперед потрібно розрахувати масу трав'яної маси, яку перекидає один окремий палець. Відповідно до конструктивних особливостей колісно-пальцевого робочого органу, на одному диску встановлено 32 пальці, розташовані рівномірно по колу діаметром $D=1200$ мм.

Для спрощення аналізу та розрахунків використовується розрахункова схема, наведена на рисунку 3.3, яка відображає умови навантаження пальця масою трави та дозволяє визначити необхідні сили, що виникають у процесі згрібання. [3, 16].

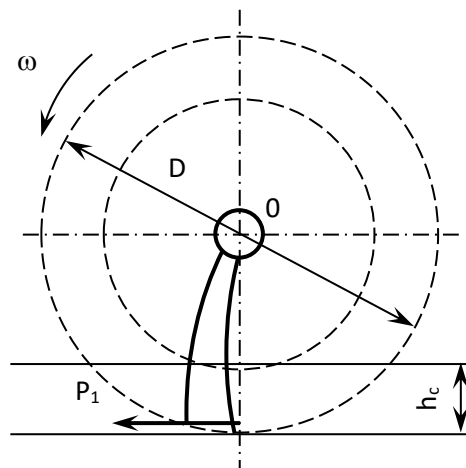


Рис. 3.3. Схема для визначення діаметра пальця

Найбільше навантаження на пальці колісно-пальцевого робочого органу виникає в режимі ворущіння сіна, коли оброблювана маса є менш щільною, а пальці інтенсивніше взаємодіють з рослинністю. У цьому режимі робоче колесо оброблятиме смугу певної ширини, яка визначається його конструктивними параметрами і умовами експлуатації.

Ширина смуги обробки одним колесом безпосередньо впливає на обсяг трав'яної маси, що взаємодіє з пальцями, і, відповідно, на величину навантаження, яке вони сприймають. Точне визначення цієї ширини є необхідним етапом для правильного розрахунку сили навантаження на один палець та подальшого визначення його необхідного діаметра для забезпечення міцності і надійності роботи.

$$b_{\partial} = \frac{B_{\partial}}{n}, \quad (3.6)$$

де b_{∂} — ширина смуги, яку обробляє одне робоче колесо, м;
 B_{∂} — загальна ширина захвату грабелів у режимі ворущіння сіна, м.

Інакше кажучи, b_{∂} визначає, яку частину загальної ширини захвату обробляє кожне окреме колесо. Це значення важливе для оцінки об'єму сіна, що буде переміщуватися одним колесом, і, відповідно, для розрахунку навантаження на пальці. Знаючи ширину захвату всіх грабелів B_{∂} та кількість коліс, можна визначити b_{∂} через відповідне співвідношення:

$$b_{\partial} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м}.$$

Маса одного погонного метра покосів (тобто маса трав'яної маси на відрізка довжиною один метр уздовж валка) дорівнюватиме

$$g_{\text{ср}} = \frac{I \cdot b_{\partial}}{10000}, \quad (3.7)$$

де I — врожайність трав'яної маси, виражена в кілограмах на гектар (кг/га).

Іншими словами, I показує масу трави, що отримується з одного гектара площі, і є базовим параметром для розрахунку ваги скошеної маси на будь-яку іншу одиницю площі або довжини. При переході до розрахунку ваги одного погонного метра покосу потрібно враховувати ширину обробленої смуги.

$$g_{\text{ср}} = \frac{20000 \cdot 0,6}{10000} = 1,2 \text{ кг / м} .$$

Сила P_1 , що визначає навантаження на один дротяний палець (пруток), дорівнює вазі трав'яної маси, яка припадає на цей палець під час роботи. Інакше кажучи, P_1 , — це величина сили тяжіння від маси трави, яку перекидає або ворушить один окремий пруток.

Розрахунок цієї сили є необхідним для подальшого визначення діаметра прутка, оскільки саме вона створює згинаючий момент, який повинен витримувати матеріал пальця без перевищення допустимих напружень.

$$P_1 = g_{\text{ср}} = \frac{g_{\text{ср}} \cdot \pi \cdot D}{n_{\text{прут}}} , \quad (3.8)$$

де $n_{\text{прут}}$ — кількість дротяних прутків (пальців), закріплених на одному робочому колесі.

$$P_1 = g_{\text{ср}} = \frac{1,2 \cdot 3,14 \cdot 1,2}{32} = 0,15 \text{ кг} = 1,5 \text{ Н} .$$

Загальний згинаючий момент, що виникає на дротяному прутку (пальці), визначається як результат дії сили, спричиненої вагою трав'яної маси, і буде дорівнювати

$$M_{\text{зг}} = P_1 \cdot \frac{D}{2} = 1,5 \cdot \frac{1,2}{2} = 0,9 \text{ Нм} .$$

Як уже зазначалося раніше, діаметр дротяного прутка визначатимемо на основі умови міцності. Іншими словами, розрахунок базується на вимозі, щоб максимальні напруження, що виникають у пальці під дією робочого навантаження, не перевищували допустимих значень для обраного

матеріалу. Це гарантуватиме надійну і безпечну роботу грабелі без ризику деформації або поломки пальців під час експлуатації та становить:

$$[\delta_{32}] \geq \frac{M_{32}}{W} = \delta_{32}, \quad (3.9)$$

де $[\delta_{32}]$ та δ_{32} — відповідно допустиме і фактичне напруження на згин.

Для пружної сталі допустиме напруження на згин приймаємо $\delta_{32} = 350$ Мпа [16];

M_{32} — згинальний момент, Нм;

W — момент опору перерізу при згині, м³.

Оскільки для круглого січення полярний момент опору визначається як

$$W = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.10)$$

де d — діаметр круглого прутка мм;

Після підстановки цього значення у формулу (3.9) та обчислення діаметра, матимемо

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 350 \cdot 10^6}} = 2,97 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2,97 \text{ мм}.$$

З урахуванням додаткового навантаження, яке виникає під час процесу згрібання, для забезпечення необхідної міцності та надійності конструкції слід прийняти діаметр прутка рівним 6 мм.

Величина прогину прутка буде такою:

$$\delta_{np} = \frac{P_1 \cdot l^3}{3E \cdot I_z}, \quad (3.11)$$

де E – модуль пружності матеріалу;

I_z – головний момент інерції перерізу, m^4 ;

l – пруткова довжина, м.

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,006^4}{64} = 6,36 \cdot 10^{-11} m^4 .$$

$$\delta_{np} = \frac{1,5 \cdot 0,195^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 6,36 \cdot 10^{-11}} = 2,76 \cdot 10^{-4} m .$$

Як видно з розрахунків, прогин прутка є незначним, тому його деформація практично не впливатиме на технологічний процес ворущіння та згрібання сіна у валок. Це дозволяє гарантувати стабільність роботи машини та збереження якості виконання агротехнічних операцій.

3.4. Розрахунок конструктивних характеристик пружини, призначеної для фіксації коліс

Пружина призначена для зменшення тиску на ґрунт, який створюють колеса під час виконання технологічних операцій ворущіння та згрібання сіна. Для цього необхідно провести розрахунок пружини розтягу, яка під час роботи деформується на величину $L_d=374$ мм, за довжини у стані спокою $l_{cn}=125$ мм.

Вихідні дані для розрахунку:

- сила попереднього натягу пружини $F_1 = 250$ Н;
- сила пружини при робочій деформації (відповідає максимальному розтягуванню) $F_2 = 950$ Н;
- робочий хід пружини $h_p = 180$ мм;
- задана витривалість пружини $N = 10^6$ циклів [28].

Відповідно до витривалості пружини $N = 10^6$ циклів, її відносять до першого класу I . Сила F_3 , що відповідає граничним значенням інерційного зазору, визначається як

$$F_3 = \frac{F_2}{1-\delta}, \quad (3.12)$$

де δ - зазор інерційний ($\delta=0,05\div 0,25$).

Виходить

$$F_3 = \frac{950}{1-0,05} = 1000H.$$

Приймаємо діаметр дроту $d = 5$ мм, тоді відповідно до формули

$$C_{II} = \frac{1000 \cdot d^4}{D_o^3 \cdot n}, \quad (3.13)$$

де C_{II} – коефіцієнт жорсткості пружини, кг/мм;

d – діаметр дроту, мм;

D_o – середній діаметр витків пружини, мм;

n – кількість робочих витків пружини.

$$n = \frac{l_{cn}}{d}, \quad (3.14)$$

де l_{cn} – довжина робочої (активної) частини пружини у вільному стані.

Розраховуємо середній діаметр пружини відповідно до заданих умов:

$$C_{II}=0,39 \text{ кг/мм}, d=5 \text{ мм}, h=125/5=25.$$

Виходить

$$D_o = \sqrt[3]{\frac{1000 \cdot 5^4}{0,39 \cdot 25}} = 40 \text{ мм},$$

$$D = 40 + 5 = 45 \text{ мм}.$$

Виберемо відповідну марку пружинного дроту, яка забезпечить здатність пружини витримувати багаторазові циклічні навантаження на розтяг і стиск без втрати міцності та пружних властивостей. При цьому слід

враховувати вимоги до витривалості матеріалу та умови експлуатації виробу.

Внутрішні напруження, що з'являються в дроті під дією навантаження

$$\tau_3 = k \cdot \frac{8 \cdot F_3 \cdot D_0}{\pi d^3}, \quad (3.15)$$

де k – коефіцієнт, що відображає вплив кривизни витків пружини.

$$k = \frac{4c - 1}{4c - 4} + \frac{0,615}{c}, \quad (3.16)$$

де c – характеристичний індекс пружини;

$$c = \frac{D_0}{d} = \frac{40}{5} = 8.$$

Тоді

$$k = \frac{4 \cdot 8 - 1}{4 \cdot 8 - 4} + \frac{0,615}{8} = 1,184,$$

$$\tau = 1,184 \cdot \frac{8 \cdot 100 \cdot 40}{3,14 \cdot 5^3} = 56,5 \text{ кГ} / \text{мм}^2 = 565 \text{ МПа}.$$

Пружина першої групи виготовлена з дроту діаметром $d = 5$ мм, виготовленого зі сталевих матеріалів марки 50ХА ДСТУ 14959-59. Після проведення термічної обробки твердість сталі становить 46–52 НРС. Для цієї марки сталі допустиме напруження на зсув становить $[\tau_3] = 610$ МПа [16].

Максимальне допустиме подовження пружини визначається

$$\lambda = \frac{8F_3 \cdot D_0^3 \cdot n}{G \cdot d^4}, \quad (3.17)$$

де G – модуль зсувної деформації пружини

$$G = 8 \cdot 10^3 \text{ кГ} / \text{мм}^2,$$

$$\lambda = \frac{8 \cdot 100 \cdot 40^3 \cdot 25}{8 \cdot 10^3 \cdot 5^4} = 256 \text{ мм}.$$

Як видно з розрахунків, деформація пружини є достатньою для забезпечення необхідних робочих умов. Перейдемо до визначення основних конструктивних параметрів пружини.

Деформація при попередньому навантаженні:

$$h_n = \frac{F_1}{C_{II}} = \frac{250}{3,9} = 64 \text{ мм};$$

Деформація під час робочого навантаження:

$$h_p = \frac{F_2}{C_{II}} = \frac{700}{3,9} = 180 \text{ мм};$$

Максимально допустима деформація:

$$h_{\max} = \frac{1000}{3,9} = 256,4 \text{ мм}.$$

Запропонована пружина із розрахованими параметрами забезпечує надійну та ефективну роботу робочих органів грабелів, витримуючи необхідні навантаження під час ворухіння та згрібання сіна, а також сприяє підвищенню довговічності та продуктивності машини.

3.5. Визначення продуктивності машини та розрахунок паливної витрати

Вихідні дані для розрахунку операцій ворухіння та згрібання сіна:

- ухил місцевості становить $i = 3 \%$;
- сільськогосподарська машина: МТЗ-82 + граблі.

Робочі швидкості трактора при використанні граблів, з урахуванням пересування на схилах, приймаються в межах 5,0...9,5 км/год. Згідно з тяговою характеристикою трактора Т-25, цим умовам відповідають:

- третя передача — 5,7 км/год;
- четверта передача — 7,0 км/год;
- п'ята передача — 12 км/год.

Сумарне тягове зусилля, необхідне для роботи агрегату, становитиме:

$$R_{agr} = R_m + G_m \frac{i}{100}, \quad (3.18)$$

де R_i — сила опору машини, кН;

G_i — маса машини, виражена у кілоньютонах (кН);

i — величина ухилу місцевості, %.

$$R_m = k_0 \left(1 + (V_p - V_o) \frac{\Delta c}{100} \right) \cdot n_o \cdot B_o, \quad (3.19)$$

де k_0 — питомий опір машини при робочій швидкості $v = 5$ км/год

V_o — швидкість руху агрегату на вибраній передачі, м/с;

Δc — коефіцієнт приросту тягового опору, що становить 3 % [12];

n_o — кількість робочих секцій агрегату, $n = 2$;

B_o — робоча ширина захвату однієї секції, $b = 3$ м.

Проводимо розрахунок величини сумарного опору агрегату для різних передач трактора, які відповідають робочим швидкостям, що знаходяться в заданому інтервалі. Це дозволить визначити оптимальні режими роботи агрегату залежно від умов місцевості та виконуваної технологічної операції.

На 3 передачі

$$R_{i,3} = 2,6 \left(1 + (1,58 - 1,4) \frac{3}{100} \right) \cdot 6 \cdot 3 = 3,76 \text{ кН.}$$

На 4 передачі

$$R_{i_4} = 2,6 \left(1 + (1,94 - 1,4) \frac{3}{100} \right) \cdot 6 \cdot 3 = 3,8 \text{ кН.}$$

На 5 передачі

$$R_{i_5} = 2,6 \left(1 + (2,55 - 1,4) \frac{3}{100} \right) \cdot 6 \cdot 3 = 3,87 \text{ кН.}$$

Таким чином, загальна величина опору агрегату при роботі на вибраних передачах дорівнює:

$$R_{\text{аа\text{д}3}} = 3,76 + 12 \frac{3}{100} = 4,12 \text{ кН.}$$

$$R_{\text{агр}4} = 3,8 + 12 \frac{3}{100} = 4,16 \text{ кН.}$$

$$R_{\text{агр}5} = 3,87 + 12 \frac{3}{100} = 4,23 \text{ кН.}$$

Згідно з тяговою характеристикою трактора Т-25, можна зробити висновок, що на всіх передачах розвивана тягове зусилля перевищує силу опору агрегату, тобто виконується необхідна умова тягового балансу:

$$P_{\text{кн}} > R_{\text{агр}}.$$

Для вибору оптимальної робочої швидкості необхідно керуватися двома основними критеріями:

1. Швидкість руху повинна бути максимально можливою для забезпечення найвищої продуктивності роботи агрегату.
2. При цьому коефіцієнт використання тягового зусилля трактора має бути якомога більшим, однак не повинен перевищувати значення 0,95, щоб запобігти перевантаженню двигуна і забезпечити надійну роботу машини.

Таким чином, остаточний вибір передачі та швидкості руху трактора здійснюється з урахуванням необхідності досягнення високої ефективності

роботи агрегату та дотримання технічних обмежень по навантаженню на силову установку.

Проводимо обчислення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора для кожної з обраних передач з метою оцінки ефективності роботи агрегату.

$$\xi = \frac{R_{agr}}{P_{кн} - G_m \frac{i}{100}}, \quad (3.20)$$

де G_δ – маса трактора, кН.

Виходить

$$\xi_{p3} = \frac{4,12}{14,3 - 31,5 \frac{3}{100}} = 0,31 .$$

$$\xi_{p4} = \frac{4,16}{14,1 - 31,5 \frac{3}{100}} = 0,32 .$$

$$\xi_{p5} = \frac{4,23}{12,2 - 31,5 \frac{3}{100}} = 0,376 .$$

На основі проведених розрахунків для трактора Т-25 було визначено оптимальну передачу для роботи агрегату. Вибираємо п'яту передачу, оскільки її технічні характеристики найкраще відповідають встановленим вимогам. Для цієї передачі швидкість руху трактора $V_\delta = 9,2$ км/год; становить, тягове зусилля $P_{кн} = 12,2$ кН, а потужність на гаку дорівнює $N_{ен} = 31,0$ кВт. Вибір п'ятої передачі забезпечує як високу продуктивність агрегату завдяки достатній швидкості руху, так і ефективне використання тягового потенціалу трактора без перевантаження його силової установки.

Розрахунок продуктивності агрегату за одну зміну.

$$W_{зм} = 0,1 B_p V_p T_{зм} \tau, \quad (3.21)$$

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 6 \cdot 9,2 \cdot 0,72 \cdot 7 = 27,8 \text{ га/зм.}$$

Визначення продуктивності агрегату за одну годину чистого (ефективного) робочого часу:

$$W_{годч} = \frac{W_{зм}}{T_p} = \frac{27,8}{6,2} = 4,5 \text{ га/год.} \quad (3.22)$$

Розрахунок кількості палива, що витрачається агрегатом на обробіток одного гектара площі, з урахуванням реальних умов роботи:

$$Q = \frac{G_{mp} T_p + G_{mx} T_x + G_{mo} T_o}{W_{зм}}, \quad (3.23)$$

Становить:

$$Q = \frac{9,9 \cdot 6,2 + 4,2 \cdot 0,95 + 1,14 \cdot 1,4}{27,8} = 2,4 \text{ кг/га.}$$

3.6. Висновки по розділу.

1. Для догляду за покосами були спроектовані колісно-пальцеві граблі, основу яких складають граблі ГВК-6. Запропоновані граблі характеризуються невеликою шириною захвату та можуть працювати з тракторами Т-25А. Ці граблі придатні для використання на різноманітних за площею ділянках. З-поміж наявних робочих органів грабелів, запропоновано колісно-пальцеві. Вони дозволяють здійснювати два важливих процеси: розгортання покосів та згортання сіна у валки. Відрізняються ці граблі простотою своєї будови.

2. Ширина захвату грабелів під час згрібання сіна у валок складає 1,65 м, що дозволяє ефективно збирати сіно. Кожне колесо, яке має діаметр 1200 мм, забезпечує захват шириною 0,35 м. Колеса встановлені на рамі грабелів на відстані 447 мм одне від одного, що сприяє рівномірному розподілу навантаження і стабільній роботі механізму. На прутковому колесі

закріплено 32 прутки, виготовлені з високоякісної пружинної сталі діаметром 6 мм. Під час роботи на кожен пруток припадає сила 1,5 Н, що забезпечує достатній рівень жорсткості для ефективного збору сіна. Для підтримки стабільності коліс і забезпечення їх правильної роботи, на конструкції необхідно встановити пружину, яка створює зусилля 950 Н. При цьому хід пружини складає 180 мм, що дозволяє компенсувати нерівності на поверхні та забезпечити необхідну амортизацію для збереження цілісності механізму в процесі роботи.

Ці характеристики разом дають змогу досягти високої продуктивності та надійності грабелів під час згрібання сіна.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Заготівля сіна — важливий етап у сільському господарстві, який потребує високого рівня організації праці, обов'язкових заходів безпеки та належної підготовки працівників. Враховуючи різноманітність видів робіт, техніки та природних умов, дотримання правил охорони праці та захисту від надзвичайних ситуацій є необхідними для забезпечення безпеки життя та здоров'я людей. У цьому розділі описано основні вимоги щодо охорони праці при заготівлі сіна та заходи, які повинні бути вжиті для запобігання небезпечних ситуацій [26, 29].

4.1. Загальні вимоги до охорони праці при заготівлі сіна

Усі працівники, залучені до процесу заготівлі сіна, повинні пройти інструктаж з охорони праці перед початком роботи та отримати спеціальне навчання щодо безпечного виконання операцій, особливо коли це стосується роботи з технікою та в умовах підвищеного ризику. Інструктажі повинні охоплювати питання:

- безпека при роботі з сільськогосподарськими машинами;
- дії у разі виникнення надзвичайних ситуацій;
- надання першої допомоги при травмах.

Крім того, слід проводити щорічне навчання, повторні інструктажі, перевірки знань працівників щодо основ охорони праці, а також обов'язкове інформування про нові нормативні акти і зміни у правилах.

Медичні огляди та профілактичні заходи. Перед початком сезону заготівлі сіна працівники повинні пройти медичний огляд, особливо якщо вони працюють у польових умовах або піддаються впливу шкідливих факторів. Призначення лікарських оглядів для працівників, які працюють

під прямим сонячним промінням або у високих температурах, є важливою частиною профілактики захворювань.

Необхідно також забезпечити доступ до аптечок, засобів індивідуального захисту від сонячного опіку, репелентів від комах та антисептиків для обробки дрібних порізів.

Одяг та засоби індивідуального захисту є важливими елементами забезпечення безпеки працівників. Для виконання робіт на відкритому повітрі в умовах високих температур та фізичних навантажень необхідно:

- носити спеціальний робочий одяг, який забезпечує максимальний комфорт і захист від пилу, травм, а також від сонця;
- використовувати захисне взуття, яке не ковзає на мокрих або трав'яних поверхнях, та рукавички для запобігання травмуванню рук.

Особлива увага повинна приділятися використанню засобів захисту для робіт на висоті, при використанні сільськогосподарської техніки та під час роботи з потужними механізмами.

4.2. Вимоги безпеки при використанні сільськогосподарської техніки

Заготівля сіна неможлива без використання спеціалізованої техніки — косарок, обмотувальних машин, тракторів тощо. Для забезпечення безпеки при роботі з механізмами потрібно:

- перевіряти технічний стан техніки перед початком робіт, проводити її регулярне обслуговування та ремонт, зокрема перевіряти гальмівні системи, шини, системи змащення та електропроводку;
- обов'язково використовувати захисні огорожі, решітки, що запобігають потраплянню рук або одягу працівників у рухомі частини техніки;
- працівники повинні бути навчені користуванню технікою і знати правила її безпечної експлуатації.

Працівники, які працюють з технікою, повинні ознайомитись з інструкцією щодо безпечної експлуатації кожної конкретної машини або механізму, зокрема з вимогами до їх обслуговування, використання і зберігання.

Забороняється працювати на техніці з неполадками, які можуть призвести до нещасних випадків. Якщо машина вийшла з ладу, необхідно зупинити її роботу та терміново викликати механіка для ремонту.

4.3. Заходи з безпеки під час роботи на висоті

Заготівля сіна часто передбачає підйом на висоту, тому забезпечення безпеки працівників у цьому процесі є обов'язковим. Для цього необхідно:

- використовувати спеціальні пристосування для підйому на висоту (сходи, риштування, канати, підйомники);
- укладання сіна повинно проводитись за допомогою механічних засобів або в рамках організованих процесів, щоб уникнути великих навантажень на фізичне здоров'я працівників.

Не можна підніматися та спускатися зі стогів або риштувань без використання захисних засобів, таких як канати або спеціальні засоби безпеки. Всі працівники повинні бути навчені правильно користуватися такими засобами, щоб уникнути падінь.

4.4. Захист від природних факторів

Робота в умовах високих температур та під прямими сонячними променями може призвести до теплових та сонячних ударів. Для запобігання таким випадкам необхідно:

- забезпечити працівників захистом від сонця, включаючи головні убори, спеціальний одяг, сонцезахисні креми;

- організувати регулярні перерви для відпочинку у тіні, з метою уникнути перевтоми та перегріву.

Дощ, сильний вітер чи гроза можуть створювати додаткові небезпеки під час заготівлі сіна, тому при погіршенні погодних умов потрібно:

- тимчасово припинити роботи, особливо на висоті або з технікою;
- організувати укриття для працівників та зберігання сіна в сухих місцях, щоб уникнути його намокання та пліснявіння.

4.5. Захист у разі надзвичайних ситуацій

У разі поломки або аварії сільськогосподарської техніки важливо:

- негайно припинити роботу машини та оцінити ситуацію.
- повідомити керівника робіт та вжити заходів для усунення поломки або викликати спеціалістів для ремонту.

Всі працівники повинні мати засоби для екстреного зв'язку у разі аварії.

У разі загоряння сіна або техніки працівники повинні діяти за чітким алгоритмом:

- негайно зупинити роботу та евакуювати людей із зони небезпеки;
- викликати пожежників та використовувати первинні засоби гасіння, такі як вогнегасники.

Потрібно періодично перевіряти стан сінників та місць зберігання сіна, щоб уникнути самозагоряння через високу температуру.

У разі падіння працівника з висоти необхідно:

- негайно надавати першу допомогу та викликати швидку допомогу;
- при падінні на великі висоти важливо діяти швидко та обережно, щоб мінімізувати травми постраждалого.

На кожному робочому місці повинна бути аптечка першої допомоги, що містить медикаменти для обробки ран, зупинки кровотечі, антисептики, бинти, перев'язувальні матеріали.

4.6. Висновки по розділу.

Організація робіт з заготівлі сіна вимагає відповідального підходу до забезпечення безпеки працівників. Дотримання норм охорони праці, регулярне навчання персоналу, а також належне технічне обслуговування обладнання та дотримання заходів безпеки дозволить значно знизити ризик виникнення нещасних випадків і аварій. Тільки комплексний підхід до охорони праці та управління ризиками в умовах сільськогосподарського виробництва дозволить забезпечити ефективну і безпечну роботу.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ

Техніко-економічні показники були розраховані шляхом порівняння з серійною моделлю граблів ГВК-6. Основною перевагою вдосконаленого агрегату є раціональніше розташування робочих органів, що дозволяє значно скоротити кількість технологічних зупинок, необхідних для очищення та налаштування. Завдяки цьому підвищується коефіцієнт ефективного використання робочого часу протягом зміни, що безпосередньо впливає на зростання продуктивності агрегату.

Всі вхідні дані, необхідні для проведення розрахунків, узагальнено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків.

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Серійна машина	Модернізована машина
1	Річний обсяг виконаних робіт	га	90	90
2	Робоча продуктивність агрегату	га/год	2,9	4,5
3	Витрати паливно-мастильних матеріалів	кг/га	3,9	2,4
4	Вартість, грн:			
4.1	– трактора	грн	430000	430000
4.2	– технологічної машини	грн	24600	25100
4.3	– загальна вартість агрегату	грн	186 500	188 500
5	Кількість обслуговуючого персоналу	осіб	1	1

Розрахунок економічної ефективності наведений в додатку А, а результати розрахунку приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	Згрібання і ворушіння сіна	
2	Об'єм роботи, га	200	200
3	Склад агрегата: Трактор Машина	МТЗ-82 ГВК-6	МТЗ-82 ГВК-6М
4	Продуктивність, га/год	2,9	4,5
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	31,03	20
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	31,03	20
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн./год	98,44	98,44
10	Норма витрати пального, кг/га	3,9	2,4
11	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	430000 24600	430000 25100
12	Комплексна ціна ПММ, грн./л	59,0	59,0
13	Експлуатаційні витрати, грн./га у тому числі: Амортизаційні відрахування: -трактор -машини -всього . Витрати на ПММ . Витрати на ТО, ТР, зберігання, -трактора -машина -всього	55,88 16,74 2,55 19,29 1209,5 917,4 22,4 939,8	36,01 10,78 1,68 12,46 1026,6 917,3 22,8 940,1
14	Капітальні вкладення, грн./га	2273	2275,5
15	Приведені затрати, грн./га На весь обсяг роботи, грн.	1576,55 315310	1384,77 276954
16	Річний економічний ефект, грн.		38356

Висновки по розділу

1. Проведені розрахунки свідчать про високу ефективність удосконаленої машини. Завдяки покращеним конструктивним

особливостям та зменшенню простоїв у роботі, агрегат демонструє стабільну продуктивність і надійність у польових умовах.

З огляду на отримані техніко-економічні показники, розроблену модель можна впевнено рекомендувати для впровадження у господарствах, що займаються заготівлею сіна.

2. Очікуваний річний економічний ефект від використання модернізованої машини, за умови сезонного навантаження на площі 90 гектарів, становить 38 356 гривень. Це свідчить про доцільність її застосування як засобу підвищення економічної ефективності виробництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничо-фінансової діяльності ТОВ «Агроспеціаліст» за період з 2021 по 2023 рік виявив стійку прибутковість господарства протягом цих трьох років. Рівень рентабельності, наприклад, у 2023 році склав 26,13 %. Тваринництво є однією з ключових галузей у структурі господарства. Для забезпечення стабільної кормової бази слід зосередити увагу на виробництві сіна.

2. Підвищити якість сіна та збільшити обсяги його виробництва можна завдяки впровадженню прогресивної технології. Варто приділити особливу увагу операції догляду за покосами сіна задля досягнення потрібної вологості. Для проведення робіт з догляду за скошеними травами, з метою їх висушування до вмісту вологи 17% та отримання сіна, запропоновано застосовувати сконструйовані граблі, призначені для агрегування з трактором Т-25А. Ці граблі додатково виконують операцію згортання сіна у валки перед збором, здійснюючи підбирання та пресування в паки, які можуть мати прямокутну або циліндричну форму.

3. Для догляду за покосами створено колісно-пальцеві граблі на основі грабель ГВК-6. Запропоновані граблі мають обмежену ширину захоплення і збираються з малопотужними тракторами класу 0,6 або з використанням кінної тяги. Ці граблі застосовуються, якщо у господарстві є невеликі площі, призначені для заготівлі сіна, через непрактичність використання високопродуктивної техніки. Запропоновано колісно-пальцеві робочі органи. Ці органи, що об'єднують функції, дають змогу здійснювати два основні етапи: розпушування покосів та формування валків сіна. Їх відмінною рисою є простота будови.

4. У процесі заготівлі сіна ширина захвату граблів, розрахована для формування валків, становить 1,65 метра, що забезпечує ефективне покриття робочої площі за один прохід агрегату. Кожне колісно-пальцеве колесо, діаметром 1200 мм, охоплює смугу шириною 0,35 метра, що

дозволяє точно оцінити кількість коліс, необхідних для заданої робочої ширини.

5. Конструкція граблів передбачає встановлення коліс на рамі з інтервалом (кроком) 447 мм, що забезпечує рівномірне розташування робочих елементів по всій ширині захвату. Кожне колесо оснащено 32 прутками, виготовленими з пружинної сталі діаметром 6 мм, що гарантує необхідну гнучкість і пружність для акуратного згрібання сіна без надмірного механічного впливу на рослинну масу.

6. Під час роботи на кожен пруток діє навантаження в 1,5 Н, що є прийнятним для забезпечення необхідної дії на сіно без пошкодження структури корму. Щоб стабілізувати положення коліс під час роботи, застосовується пружинний механізм, який створює зусилля 950 Н при робочому ході 180 мм. Така конструкція дозволяє колесам адаптуватися до нерівностей ґрунту, зберігаючи при цьому ефективність згрібання та рівномірність формування валка. Загалом, технічні параметри та конструктивні рішення забезпечують стабільну роботу граблів, оптимальну якість валкоутворення та надійність агрегату в умовах польових робіт.

7. Організація праці під час заготівлі сіна потребує уваги до безпеки працівників. Суворе дотримання правил охорони праці, систематичні тренінги для персоналу, а також справне технічне обслуговування обладнання та ретельне виконання правил безпеки значно зменшать ймовірність нещасних випадків та аварійних ситуацій. Лише всебічний підхід до охорони праці та управління потенційними ризиками в умовах сільськогосподарського виробництва дасть змогу забезпечити ефективну та безпечну роботу.

8. Здійснено розрахунок економічної вигоди сконструйованих граблів під час роботи з валкування сіна у порівнянні з граблями ГВК-6, якщо використовувати на невеликих площах. Річний економічний зиск від впровадження дорівнюватиме 1661,4 гривень за умови щорічного навантаження 65 гектарів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гусев О.М. Техніка та технологія заготівлі кормів: Підручник / О.М. Гусев, В.М. Федорчук, А.С. Руденко. – Харків: Харківський державний аграрний університет, 2014. – 560 с.
2. Мельник І.М. Технологія сільськогосподарського виробництва: Підручник / І.М. Мельник, М.А. Куценко. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2016. – 432 с.
3. Кантор М.М. Технологія виробництва кормів: Основи, процеси, машини / М.М. Кантор, В.Г. Мусієнко, Ю.П. Іванов. – К.: Вища школа, 2011. – 472 с.
4. Дорошенко І.К. Технологія кормовиробництва / І.К. Дорошенко, А.С. Кулінін. – Львів: Львівський національний аграрний університет, 2012. – 420 с.
5. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
6. Кравчук В. І. Алгоритм розвитку сільськогосподарського машинобудування на сучасному етапі / Володимир Іванович Кравчук. // Техніка і технології АПК. – 2011. – №2 (17). – С. 32–33.
7. Заготівля кормів: Справочник для сільськогосподарських підприємств / За ред. В.О. Ярмолюка. – К.: Вища школа агробізнесу, 2014. – 276 с.
8. Нестеров О.А. Основи механізації сільськогосподарських робіт: Підручник / О.А. Нестеров, В.В. Шевченко. – К.: Наукова думка, 2013. – 512 с.
9. Мартиненко В.В. Механізовані технології заготівлі кормів: Підручник / В.В. Мартиненко, І.П. Прокопенко. – Одеса: Одеський аграрний університет, 2015. – 368 с.

10. Основні напрями ефективного використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві і задачі досліджень / В. П.Ситник, В. В. Адамчук, Я. С. Гуков, М. І. Грицишин. // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. – 2009. – Вип. 93. – С. 13–22.
11. Павчак В.А. Економіка сільського господарства. /В.А. Павчак. – К.: Вища школа, 1990. – 224 с.
12. Тінник М.К. Технологічні та технічні аспекти використання соломи для удобрення ґрунту / М.К. Лінник, М.І. Лукаш. // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. — 2010. — Вип. 94. — С. 76 – 84.
13. Козак О.О. Охорона праці в сільському господарстві: Навчальний посібник / О.О. Козак, І.Я. Ковальчук. – Львів: Львівський національний університет, 2016. – 284 с.
14. Гусев О.М. Технологія та техніка заготівлі кормів: Підручник / О.М. Гусев, О.О. Козлов, С.А. Вовк. – Харків: Харківський державний аграрний університет, 2014. – 512 с.
15. Hula J., Kovaricek P., Mayer V. Exploitational indicators, Diesel fuel consumption and work quality during disc tiller skimming / J. Hula, P. Kovaricek, V. Mayer. // *Res. Agr. Eng.* – 2003. – Vol. 49 (3). – P. 85 - 95.
16. Черняк В.Д. Теорія механізмів і машин: Підручник. — К.: Вища школа, 2003. — 351 с.
17. Бондаренко В.І. Охорона праці в аграрному виробництві: Навчальний посібник / В.І. Бондаренко, В.В. Лисенко. – К.: Літера, 2018. – 472 с.
18. Заготівля кормів: Теорія та практика: Посібник / За ред. І.А. Діденко. – К.: Агросвіт, 2014. – 256 с.
19. Технологія заготівлі кормів: Підручник / За ред. С.П. Левченка. – К.: Агроосвіта, 2012. – 288 с.
20. Arshad M.A. Tillage practises for sustainable agriculture and environmental quality in different agro ecosystems / M.A. Arshad. // *Soil Till. Res.* – 1999. – No. 53. – P. 1–3.

21. Сидоренко В.Г. Сільськогосподарські машини: Підручник / В.Г. Сидоренко, О.В. Мельник, С.О. Буряк. – К.: Аграрна наука, 2015. – 352 с.
22. Дубровін В.О. Машини для сільськогосподарських робіт: Підручник / В.О. Дубровін, О.О. Костюк. – К.: Вища освіта, 2006. – 476 с.
23. Ковальчук В.Л. Механізація сільськогосподарських робіт: Підручник / В.Л. Ковальчук, П.І. Шевченко. – К.: Наукова думка, 2011. – 384 с.
24. Бойко В.О. Сільськогосподарські машини: Основи конструювання та технічного обслуговування: Підручник / В.О. Бойко, В.В. Мороз. – К.: Вища школа, 2013. – 472 с.
25. Ільченко В.Ю.. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. /В.Ю. Ільченко., П.І. Карасьов., А.С. Лімонт. – К.: Урожай, 1993. – 348 с.
26. Державна служба України з питань праці. Правила охорони праці при виконанні сільськогосподарських робіт: Нормативний акт / Державна служба України з питань праці. – К.: Держпраця, 2017. – 112 с.
27. Бухалова Н.М. Економіка підприємств аграрного сектора: Підручник / Н.М. Бухалова, В.Г. Лисенко. – К.: Аграрна освіта, 2017. – 352 с.
28. Степанов В.В. Теорія механізмів і машин: Навчальний посібник. — Харків: ХНАДУ, 2007. — 286 с.
29. Гринь В.В. Основи охорони праці у сільському господарстві: Підручник / В.В. Гринь, О.А. Ковальчук. – Одеса: Одеський аграрний університет, 2017. – 480 с.
30. Сидоренко І.С. Основи технології заготівлі кормів: Підручник / І.С. Сидоренко, В.О. Власенко. – К.: Вища школа агробізнесу, 2013. – 448 с.

ДОДАТКИ

У відповідності з виданим на дипломний проект завданням:

Кількість нормо-годин у обсязі робіт

$$\underline{K_{\text{нГ}}} = \frac{W_{\text{сез}}}{W_{\text{год}}} = \frac{90}{2,9} = 31,03 \text{ год} \quad \underline{K_{\text{нГ}}} = \frac{W_{\text{сез}}}{W_{\text{год}}} = \frac{90}{4,5} = 20 \text{ год} \quad (5.1)$$

Витрати праці:

$$\underline{V_{\text{п}}} = K_{\text{нГ}} \cdot n = 31,03 \cdot 1 = 31,03 \text{ год} \quad \underline{V_{\text{п}}} = K_{\text{нГ}} \cdot n = 20 \cdot 1 = 20 \text{ год}, \quad (5.2)$$

де $n=1$ - кількість обслуговуючого персоналу.

Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати складаються з основної і додаткової заробітної плати, амортизаційних відрахувань, витрат на паливо-мастильні матеріали, витрат на технічне обслуговування, ремонт і зберігання агрегата.

Основна і додаткова заробітна плата з нарахуваннями:

$$\underline{\Pi} = \frac{C_{\text{т}}}{W_{\text{год}}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.3)$$

де $C_{\text{т}}$ - тарифна ставка, 98,44 грн./год;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

$K_2 = 1,3719$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні

міроприємства.

$$\underline{\Pi^{\text{с}}} = \frac{98,44}{2,9} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3719 = 55,88 \text{ грн./га} \quad \underline{\Pi^{\text{н}}} = \frac{98,44}{4,5} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3719 = 36,01 \text{ грн./га}$$

Амортизаційні відрахування

Норма амортизації для трактора – 17.5%, грабель – 14.2%.

Нормативне завантаження на рік:

- трактора - 1550 год;

- машини - 580 год

Трактор:

$$\underline{A_{\text{тР}}} = \frac{430000 \cdot 17,5}{100 \cdot 1550 \cdot 2,9} = 16,74 \text{ грн./га} \quad \underline{A_{\text{нТР}}} = \frac{430000 \cdot 17,5}{100 \cdot 1550 \cdot 4,5} = 10,78 \text{ грн./га}$$

машина: $A_{\text{М}}^{\text{с}} = \frac{24600 \cdot 17,5}{100 \cdot 580 \cdot 2,9} = 2,55 \text{ грн./га}$ $A_{\text{М}}^{\text{п}} = \frac{25100 \cdot 17,5}{100 \cdot 580 \cdot 4,5} = 1,68 \text{ грн./га}$

Всього: $A_{\text{с}}^{\text{с}} = 16,74 + 2,55 = 19,29 \text{ грн./га}$

$A_{\text{с}}^{\text{п}} = 10,78 + 1,68 = 12,46 \text{ грн./га}$

Витрати на ПММ

$V_{\text{ПММ}}^{\text{с}} = Ц_{\text{ПММ}} \cdot V_{\text{ПММ}} = 59,0 \cdot 20,5 = 1209,5 \text{ грн./га}$

$V_{\text{ПММ}}^{\text{п}} = 59,0 \cdot 17,4 = 1026,6 \text{ грн./га}$

Витрати на ТО, ПР, зберігання

Норма витрат на ПР, ТО і зберігання:

- $\alpha_{\text{ТО}} = 11\%$ - норма відрахувань на ТО;
- $\alpha_{\text{з}} = 0,2\%$ - норма відрахувань на зберігання;
- $\alpha_{\text{ТР}} = 8\%$ - норма відрахувань на ремонт.

Витрати на ТО, ПР і зберігання:

$$B = \frac{B_{\text{б}} \cdot (\alpha_{\text{ТО}} + \alpha_{\text{з}} + \alpha_{\text{ТР}})}{100 \cdot K_{\text{ТР}} \cdot W_{\text{ГОД}}} \cdot K, \quad (5.4)$$

де $B_{\text{б}}$ – балансова вартість, грн;

K – коефіцієнт переводу трактора у еталонний.

Трактор: $V_{\text{ТР}}^{\text{с}} = \frac{430000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 31,03 \cdot 2,9} = 917,4 \text{ грн./га}$

$V_{\text{ТР}}^{\text{п}} = \frac{430000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 20 \cdot 4,5} = 917,3 \text{ грн./га}$

Машина: $V_{\text{М}}^{\text{с}} = \frac{24600 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 31,03 \cdot 2,9} = 22,4 \text{ грн./га}$

$V_{\text{М}}^{\text{п}} = \frac{25100 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 20 \cdot 4,5} = 22,8 \text{ грн./га}$

Всього по агрегатам:

$V^{\text{с}} = V_{\text{ТР}}^{\text{с}} + V_{\text{М}}^{\text{с}} = 917,4 + 22,4 = 939,8 \text{ грн./га}$

$V^{\text{п}} = 917,3 + 22,8 = 940,1 \text{ грн./га}$

Всього експлуатаційних витрат на 1 га:

$$E_{\Sigma}^6 = 55,88 + 19,29 + 1209,5 = 1284,67 \text{ грн./га}$$

$$E_{\Sigma}^7 = 36,01 + 12,46 + 1026,6 = 1075,07 \text{ грн./га}$$

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

$$E_{\Sigma}^6 = E_B \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 1284,67 \cdot 200 = 256934 \text{ грн.}$$

$$E_{\Sigma}^7 = 1075,07 \cdot 200 = 215014 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення на 1 га:

$$\text{Трактор: } K_{\Sigma}^6 = \frac{B_{\Sigma}}{W_{\text{СЕЗ}}} = \frac{430000}{200} = 2150 \text{ грн./га}$$

$$K_{\Sigma}^7 = \frac{430000}{200} = 2150 \text{ грн./га}$$

$$\text{Машина: } K_{\Sigma}^6 = \frac{24600}{200} = 123 \text{ грн./га}$$

$$K_{\Sigma}^7 = \frac{25100}{200} = 125,5 \text{ грн./га}$$

Всього:

$$K_{\Sigma}^6 = 2150 + 123 = 2273 \text{ грн./га}$$

$$K_{\Sigma}^7 = 2150 + 125,5 = 2275,5 \text{ грн./га}$$

Приведені витрати на 1 га:

$$П_B = E_B + 0,15 \cdot K_B$$

$$П_{\Sigma}^6 = 1235,6 + 0,15 \cdot 2273 = 1576,55 \text{ грн./га}$$

$$П_{\Sigma}^7 = 1043,45 + 0,15 \cdot 2275,5 = 1384,77 \text{ грн./га}$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

$$П_{\Sigma}^6 = П_B \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 1576,55 \cdot 200 = 315310 \text{ грн.}$$

$$П_{\Sigma}^7 = 1384,77 \cdot 200 = 276954 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E_B = 315310 - 276954 = 38356 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 5.2.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**Удосконалення механізації заготівлі сіна з модернізацією
конструкції грабель**

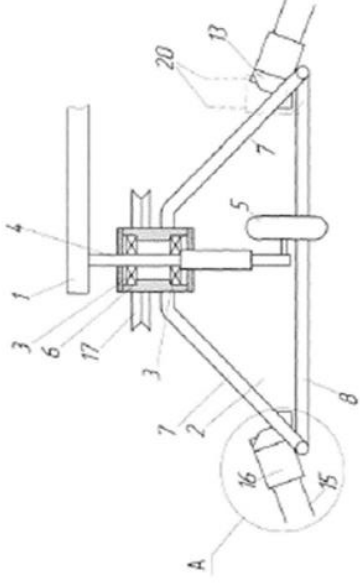
Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-21 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Довгопол Володимир Віталійович

Керівник: канд. техн. наук, доцент
Теслюк Геннадій Володимирович

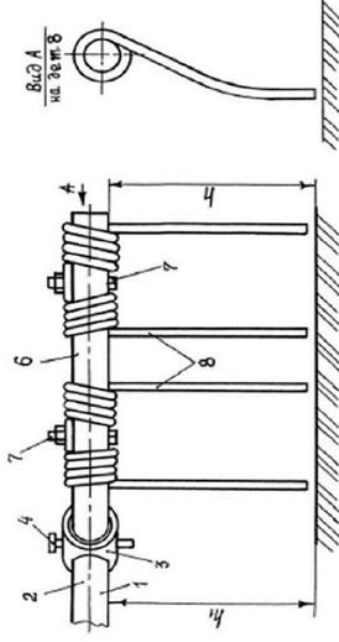
Дніпро, 2025

5211024.000.000



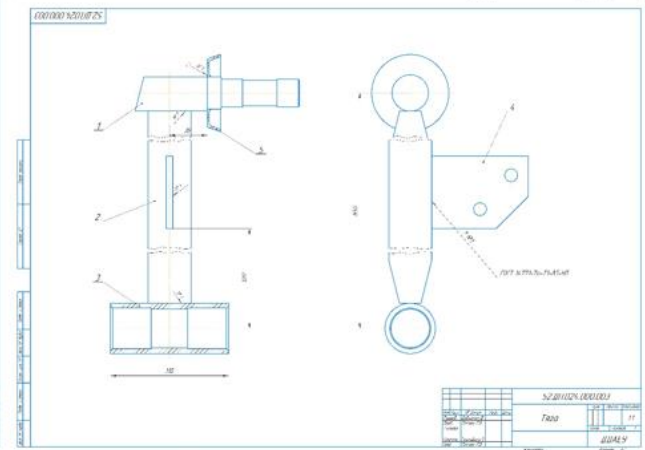
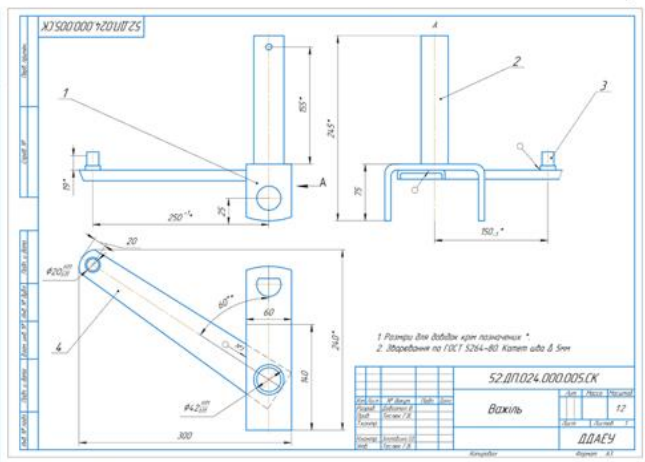
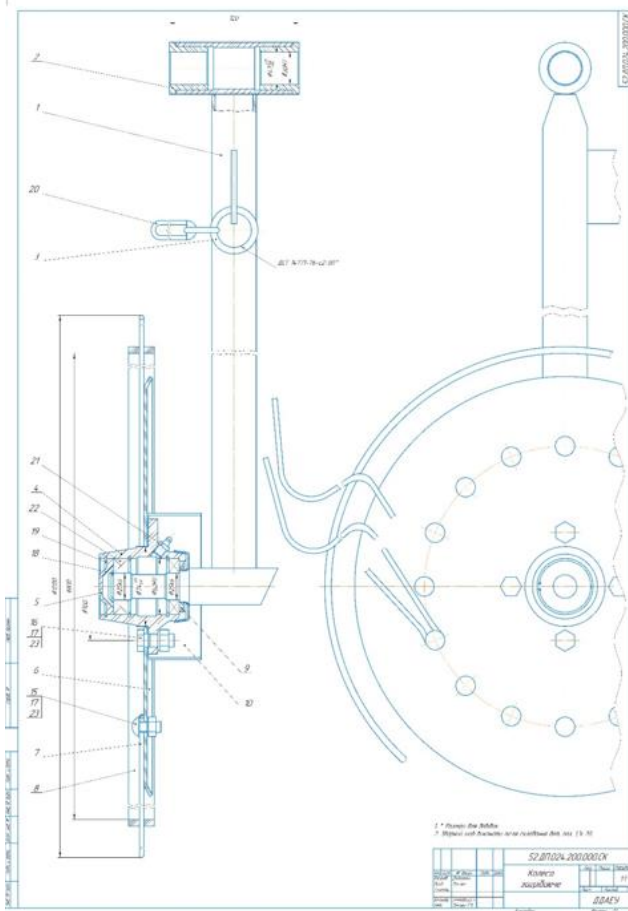
А.С. № 86655 Граблі-ворушилка

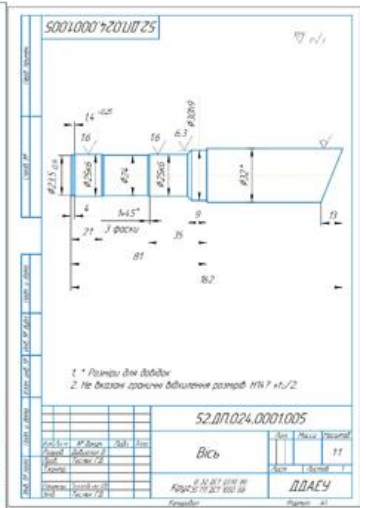
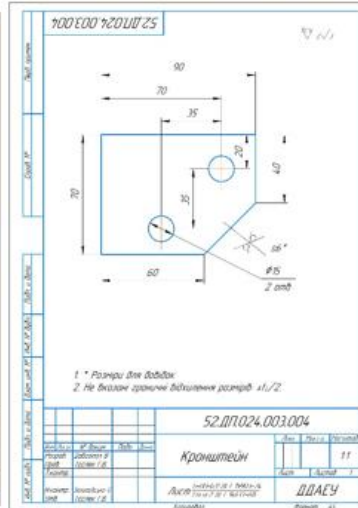
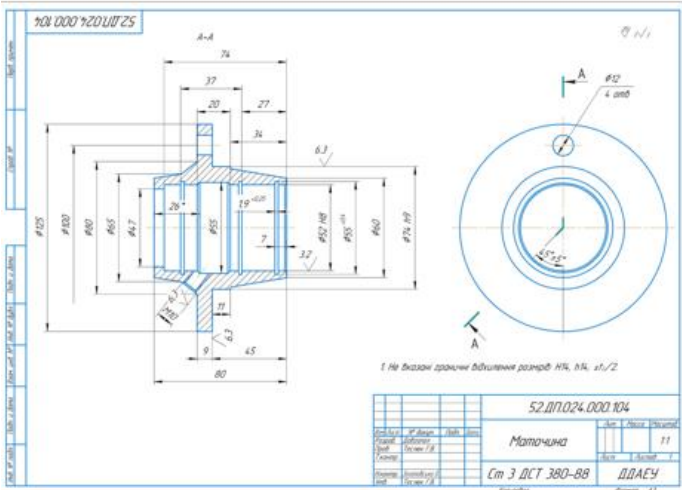
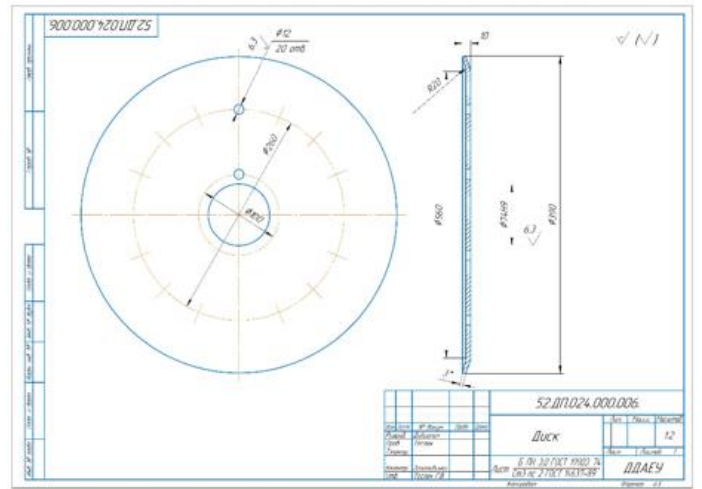
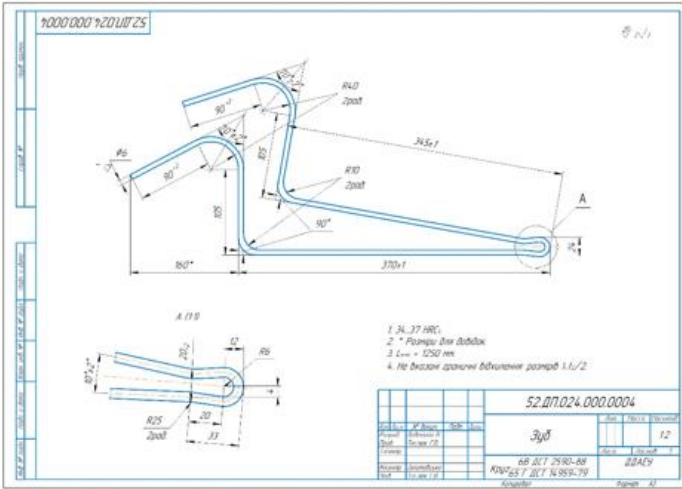
Відомі зарубіжні фірми (Massey Ferguson РК, Krone)



А.С. № 29298 Граблина ротатійних грабель

5211024.000.000		Дат.	Зроб.	Вироб.
Огляд		Дат.	Зроб.	Вироб.
КОНСТРУКЦІЯ		Дат.	Зроб.	Вироб.
ЛПАГУ		Дат.	Зроб.	Вироб.
Колонки		Дат.	Зроб.	Вироб.





ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЄКТУ

52П.024.00.000.0Е

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	Згрібання і ворущіння сіна	
2	Об'єм роботи, га	200	200
3	Склад агрегата: Трактор Машина	МТЗ-82 ГВК-6	МТЗ-82 ГВК-6М
4	Продуктивність, га/год	2,9	4,5
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	31,03	20
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	31,03	20
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн./год	98,44	98,44
10	Норма витрати пального, кг/га	3,9	2,4
11	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	430000 24600	430000 25100
12	Комплексна ціна ПММ, грн./л	59,0	59,0
13	Експлуатаційні витрати, грн./га у тому числі: Амортизаційні відрахування: -трактор -машини -всього Витрати на ПММ Витрати на ТО, ТР, зберігання, ремонт: -трактора -машина -всього	55,88 16,74 2,55 19,29 1209,5 917,4 22,4 939,8	36,01 10,78 1,68 12,46 1026,6 917,3 22,8 940,1
14	Капітальні вкладення, грн./га	2273	2275,5
15	Приведені затрати, грн./га На весь обсяг роботи, грн.	1576,55 315310	1384,77 276954
16	Річний економічний ефект, грн.		38356

		52П.024.00.000.0Е			
№	Вид роботи	№	Вид роботи	№	Вид роботи
		Техніко-економічні показники			
		ДДАЕУ			
		Формат		Формат: А1	

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<i>Документація</i>		
			52.ДП.024.200.000.СК	Складальне креслення		
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1		Тяга	1	
				<i>Деталі</i>		
		2		Втулка	2	
		3		Кільце	1	
		4		Маточина	1	
		5		Кришка	1	
		6		Диск	1	
Справ. №		7		Зуб	16	
		8		Одід	1	
		9		Кільце	1	
		10		Кожух	1	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		15		Болт М10×25-6г.48.019		
				ДСТ 7783-81	16	
		16		Болт М10×30-6г.48.019		
				ДСТ 7798-70	4	
Подп. и дата	52.ДП.024.200.000.СК					
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инв. № подл.	Разраб.	Довгопол				
	Проб.	Теслюк				Лит. Лист Листов 1
Инв. № подл.	Н.контр.	Золотавська				ДДАЕУ
	Утв.	Теслюк				
Колесо загрідуюче						
Копіював						Формат А4

